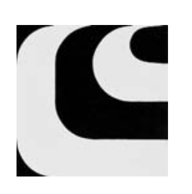
Del cálculo numérico a la creatividad abierta

*El **Centro de Cálculo** de la Universidad de Madrid (1965-1982)*





Del cálculo numérico a la creatividad abierta

El ***Centro de Cálculo*** *de la Universidad de Madrid (1965-1982)*

Esta publicación se realiza con motivo de la exposición:
Del cálculo numérico a la creatividad abierta.
El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1965-1982).

Centro de Arte Complutense (c arte c)
Desde el 31/05/2012 al 12/07/2012

Universidad Complutense de Madrid
Rector Magnífico de la UCM
José Carrillo Menéndez
Vicerrectora de Atención a la Comunidad Universitaria
Cristina Velázquez Vidal
Vicerrector de Investigación y Coordinador General del CEI
Joaquín Plumet Ortega

Universidad Pública de Navarra
Rector Magnífico de la UPNA
Julio Lafuente López
Vicerrectora de Proyección Social y Cultural
Eloísa Ramírez Vaquero

Universidad de Alicante
Rector Magnífico de la UA
Manuel Palomar Sanz
Vicerrector de Cultura, Deportes y Política Lingüística
Carles Cortés Orts

Universidad Politécnica de Valencia
Rector Magnífico de la UPV
Juan Juliá Igual
Vicerrectora de Alumnado y Cultura
Mª Victoria Vivancos Ramón

Acción Cultural Española
Presidenta de AC/E
Mª Teresa Lizaranzu Perinat

PROYECTO
Esta exposición ha sido organizada por la Universidad Complutense de Madrid / Campus de Excelencia Internacional de Moncloa, con la colaboración de la Universidad de Pública de Navarra, la Universidad de Alicante, La Universidad Politécnica de Valencia y Acción Cultural Española (AC/E)

EXPOSICIÓN
Idea original
Aramis López Juan
Julia Irigoyen de la Rasilla
Ernesto García-Camarero

Comisariado
Aramis López Juan

Comité científico
Arámis López, Julia Irigoyen, Pablo Gervas Gómez-Navarro, Jaime Munarriz y Florentino Briones Martínez

Coordinación técnica
José Joaquín Martín Moreno
Íñigo Larrauri de Terán
Alejandra Gómez Martín

Montaje
Maite León-Sotelo Amat
Pilar Aguilar Solves
Irene Calvo Torres
Empresa de montaje Carlos Marcos

Seguro
AON correduría
Hiscox

Diseño gráfico y web
Enrique Krause

PUBLICACIÓN
Coordinación
Aramis López Juan

Diseño gráfico y maquetación
Enrique Krause

Revisión de textos
Maite García Sánchez

Fotografías
mstudio

Edita
Universidad Complutense de Madrid
Área de Humanidades

Imprime
Grasifer Arte, S.L.

ISBN: 978-84-96701-63-2
Depósito legal: M-22597-2012

Agradecimientos
Antonio Agúndez - José Luis Alexanco - Manuel Álvarez Junco - Elena Asins - Javier Bádenes - Stefano Beltrán Bonella - Isabel Borruel - Ana Buenaventura - Josefina Bueno - Enrique Castaños Ales - Emiliano del Cerro - Esquina Cortés Miriam Delgado - Violeta Demonte - Miguel Espada - Antonio Fernández Alba - Mario Fernández Barberá - Carlos Flores Varela - José María de Francisco Olmos - Tomás García - Ernesto García Camarero - Iranzu García Iriarte - Tomás García Muñoz - Luis García Núñez (Lugan) - María Gestoso - Ignacio Gómez de Liaño - Lola Gil Collado - Estela Hernández - Mauro Hernández - David Herrero - Lola Hinojosa - Eduardo de la Hoz - José Iges - Isabel Isla - Javier Maderuelo - Cristina Mancebo - Elisa Martín Garijo - Manuel Antonio Martín Mota -José Luis Martínez - José Manuel Mendía - Daniel Mozos Muñoz - Julián Navarro - María Olivera Zaldua - Soledad de Pablo Roberto - María Padilla - Ana Palomar Díez - Joan B. Peiró López - José Miguel de Prada Poole - Isidro Ramos - Lourdes Ramos Beltrán - Francisco Romero Calvo - Juan Miguel Sánchez Vigil - Daniel Sanz - Guillermo Searle - Uriel Seguí Buenaventura - Javier Seguí de la Riva - Julia Sieiro - Miguel Vallejo - Katia Vila - Gumersindo Villar García-Moreno - Jane Weber - José María Yturralde - Archivo General de la UCM - Colección Ars Citerior - Biblioteca de la Facultad de Informática de la UCM - Biblioteca Nacional de España - Centro de Proceso de Datos de la UCM - Factoría de Video - Facultad de Documentación de la UCM - Facultad de Geografía e Historia de la UCM - Facultad de Informática de la UCM - IBM - Instituto de Patrimonio Cultural de España - Museo de Informática UCM "García-Santesmases" - Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía.

Organiza:



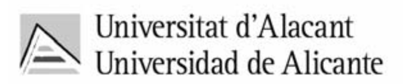
Patrocina:



Colaboran:









Índice



Edificio del CCUM, arquitecto Miguel Fisac

Corría el año 1960 cuando llegaban a nuestro país las primeras computadoras. No sería, sin embargo, hasta ocho años más tarde –1968– cuando la primera "máquina" IBM aterrizara en la universidad española. Y la receptora de esta computadora fue la entonces *Universidad de Madrid*, ahora, *Universidad Complutense de Madrid*. Haciendo honor a sus propios orígenes, ciertamente centenarios, pero siempre modernizantes, la *Universidad Complutense de Madrid* volvió a dar prueba una vez más de su audacia y de su talante innovador, enarbolando la bandera de la apertura a la cultura del cambio y del avance científico y social.

A mediados de los años sesenta del siglo XX, en un momento histórico en el que nuestro país permanecía sumido en una oscuridad política que imponía distancias –prácticamente insalvables– con el progreso científico, social y cultural que se consolidaba con fuerza en los países de nuestro entorno, la *Universidad Complutense* se situó en las vanguardias de la ciencia y la tecnología con la creación del *Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM)* y la firma del convenio con la empresa *IBM, S.A.E*, con el objetivo de aplicar las técnicas del cálculo automático a la investigación y a la docencia universitarias.

Pero aquella primera máquina, una *IBM 7090* –con una computadora auxiliar *IBM 1401*– no cumplió únicamente y como era de esperar, con su función original de procesamiento y producción de información para el soporte del conocimiento científico. Por supuesto, desde el *Centro de Cálculo* se propició la organización de seminarios, de conferencias y de congresos científicos. Pero también se favoreció la investigación interdisciplinar y la cooperación interuniversitaria, en momentos en los que éstas no formaban parte del denominador común de la ciencia que se hacía en este país. Y en un ejercicio de innovación universitaria sin precedentes, se participó de la creación artística más vanguardista potenciando y facilitando las tareas creativas y la generación automática de formas plásticas. El *Centro de Cálculo* cabalgó así a lomos del futuro con aquellos ordenadores que permitieron que el arte y la tecnología caminaran juntos, en un nuevo modelo holístico de conocimiento. El ordenador, con su potencia simuladora, se habría convertido también en una "prótesis de la mente", al servicio de la imaginación creadora del artista.

Esta exposición es por supuesto un homenaje a todos los pioneros –profesores, artistas e investigadores universitarios– que participaron de la puesta en marcha y desarrollo del *Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*. Y es también una oportunidad singular para presentar a nuestra sociedad uno de los hitos del quehacer complutense y del patrimonio científico-técnico de nuestra Universidad, que muestra y demuestra el valor inagotable e imperecedero de la conectividad e intersección entre la educación, el arte, la ciencia, el pensamiento y la tecnología. Pero ésta es también una muestra que desea convertirse en metáfora de los nuevos tiempos, en los que nuestras universidades tienen que ser, más que islas, océanos; corrientes constantes que faciliten el tránsito de ideas y potencien el flujo del conocimiento y la innovación, para abrir con la potente herramienta computacional, las "ventanas utópicas" del arte global.

En consonancia con su decidida apuesta por la innovación, la conectividad y el desarrollo sostenible, e inspirado por "la potencia transformadora de la diversidad, el intercambio y el diálogo", el *Campus de Excelencia Internacional de Moncloa* ha promovido con decisión el desarrollo de esta exposición que ahora se inaugura en el *Centro de Arte Complutense* (**c arte c**), "El *Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid* (1968-1982): del cálculo numérico a la creatividad abierta". El adicional compromiso con este proyecto expositivo y su itinerancia por parte de *Acción Cultural Española* (AC/E), la *Universidad Pública de Navarra* (UPNA), la *Universidad de Alicante* (UA) y la *Universidad Politécnica de Valencia* (UPV) ha sido fundamental para convertir esta muestra en un espacio de análisis y reflexión sobre algunos axiomas y valores tecnológicos, científicos, artísticos y culturales sobre los que girará nuestro futuro. A todos ellos, y a todos los artistas, coleccionistas y museos que han colaborado para que esta muestra sea posible, así como a los miembros anónimos de nuestra comunidad complutense, que junto con la *Facultad de Informática* han sumado sus esfuerzos entonces y ahora para mantener vivo este proyecto iniciado hace casi cinco décadas, expresarles el más sincero agradecimiento de *La Complutense* por seguir creyendo y apostando por una universidad de calidad volcada en su sociedad.

Cristina Velázquez Vidal

Vicerrectora de Atención a la Comunidad Universitaria



Consola de la computadora IBM 7090. A la derecha, Emilio Flores, jefe de operadores

Del cálculo numérico a la creatividad abierta

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid

Aramis López Juan

El cálculo es una investigación que se hace
de algo por medio de operaciones matemáticas

La ciencia y las humanidades, –no tanto así las artes–, en España durante el siglo XX han sido como el río Guadiana, que pasa parte de su recorrido fuera de la vista, y en ocasiones vemos sus ojos. El Centro de Cálculo fue un río emergente entre el erial de la dictadura franquista, un lugar de creación científica, artística, músical, lingüística o arquitectónica, donde el empeño de sus investigadores tuvo el premio de la creación en libertad. En una España pobre de miras, aletargada por el pensamiento único, con una universidad vergonzante, con asesinatos de estado, encarcelados de conciencia y bajo la más absoluta de las miserias morales y vitales, pudo construirse un espacio para la libertad.

Incluida la libertad para reunirse, las reuniones en España estaban prohibidas.

El Centro de Cálculo era un espacio físico, real donde podían reunirse todas las personas que quisieran compartir tiempo, ilusiones y conocimientos. Y de esa posibilidad de reunión, y de la necesidad de compartir nacieron los Seminarios del Centro de Cálculo.

Los seminarios del Centro de Cálculo fueron, en muy poco tiempo, convirtiéndose en un punto de encuentro indispensable en el panorama cultural español, y en palabras de Javier Seguí de la Riva:

> No sé cómo se pusieron en marcha seminarios, y yo iba a todos, porque me interesaban todos, aunque estuviera más involucrado, o tenía más responsabilidad en el de arquitectura, realmente en todos los seminarios estábamos hablando de lo mismo: como algoritmizar procesos, algunos de los cuales no estaban analizados fenomenológicamente, [...] otra cosa importante era que allí había otra gente que, aunque no lo formulara así, estaba por lo mismo. Me sentía formar parte de un colectivo interesado que generaba energía. Lo más importante era la transmisión de información, ¡he leído un libro!, y uno iba al libro que había leído el otro. Ese clima era el que a mí me parecía absolutamente fantástico. [...] Allí nos reuníamos todos los días, a medida que iba pasando el tiempo nos íbamos juntando más personas, aquello interesaba, ¡aquel viene a oler!, ¡aquel viene a aprovecharse!, la cosa es que estábamos allí, y la cosa se fue acumulando, y al final era una fiesta alucinante de gentes, y todos participábamos en todo. Esa es ahora mi visión, la visión retrospectiva de aquella situación, y es la que me gusta contar, porque ahí no hay personajes ni protagonistas es solo una masa, donde unos hacían unas cosas, y otros otras, pero el conjunto lo que fabricaba era esa especie de buen ambiente que nos hacía ir con alegría todos los días allí a participar de las cosas que había en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid y así estuvimos mucho tiempo.

La irrupción del cálculo numérico automático, la computación, y su aplicación práctica e inmediata a muchos ámbitos de la investigación fue posible gracias a utilización de un lenguaje abstracto como el de las matemáticas que ha permitido acercamientos novedosos hacia algunos aspectos del conocimiento para los que hasta principios del siglo XX se utilizaba el lenguaje verbal. Las matemáticas han sustituido a la palabra en ciencias puramente descriptivas como eran la biología, la física, la geografía o la lógica. Durante el siglo XX el lenguaje se ha situado en el centro del interés científico. Se han situado los bordes del universo junto a los confines del lenguaje, y el esfuerzo por ampliar el universo ha sido posible gracias a las potencialidades de lenguajes abstractos como la música, los números o las imágenes, podemos hablar de Igor Stravinsky o Pablo Picasso como grandes intelectuales del siglo XX sin ninguna extrañeza.

Esta importancia del lenguaje como eje central de la investigación en el siglo pasado fue una de las vías más importantes en el Centro. La irrupción de la gran novedad de la segunda mitad del siglo fueron las teorías sobre gramática generativa. Las obras de Noam Chomsky: *Syntactic Structures*, 1957; *Aspects of the Theory of Syntax*, 1965 y *Cartesian Linguistics*, 1965, era de lo que se hablaba en los seminarios de lingüística o en los encuentros de lógica. Pero también en el resto de seminarios. En los seminarios se habló también sobre la introducción de las computadoras en distintas facetas de la enseñanza o la medicina. Desde el propio Centro de Cálculo se diseñaron los planes de estudios para una nueva rama del saber Ciencias de la computación, especialidad que ya estaba presente en algunos de los planes de estudio de universidades de otros países, pero nueva en España. Supuso la introducción de los ordenadores en la creación artística, musical o arquitectónica.

Los seminarios que de forma, más o menos reglada y con desigual continuidad, se organizaron en el Centro de Cálculo fueron:

Ordenación de la construcción. 1968-69

Valoración del aprendizaje. 1968-69

Lingüística matemática. 1968-71

Composición de espacios arquitectónicos. 1968-72

Generación de Formas Plásticas. 1968-74

Aproximación de funciones. 1969-70

Enseñanza de ordenadores en secundaria. 1969-71

Autómatas adaptativos. 1969-71

Música (1ª fase). 1970-71

Música (2ª fase). En el Centro de Cálculo hasta el 1972-74. En la Facultad de Informática de la Politécnica. 1974-82

Enseñanza programada asistida por ordenador. 1970-71

Proceso de información médico-sanitaria. 1970-71

Compilación. 1970-71

Modelos para simulación de sistemas educativos. 1970-71

Información médica obstétrica. 1971-72

Planes de estudios universitarios en Informática. 1972

Aplicación de la informática al estudio del fenómeno OVNI. 1972

Resulta inmensurable el impacto que supuso sobre muchas de las personas que pasaron por el Centro el iniciarse en el uso de las computadoras para el desarrollo de sus investigaciones posteriores. Pero la computación es, o al menos lo fue, algo más que la simplificación de las tareas repetitivas; en aquellos años se generaron estéticas computacionales, teorías sobre las comunicaciones, sistemas de información y muchas de las formas del conocimiento que en este siglo XXI se desarrollan se iniciaron en estos momentos, personalidades como Abraham Moles, Max Bense o Negroponte, pasaron por las aulas del Centro, pero lo que era realmente destacable no eran las figuras estelares que pudieran dar brillantez a una experiencia como esta, sino la organización no jerárquica de los seminarios. No habían jerarquías en la distribución física de los espacios, nadie estaba en el púlpito, nadie hablaba desde la cátedra, las mesas configuraban un espacio igualitario, la palabra la tenía aquel que quería decir algo, y no habían profesores ni alumnos.

Si bien había un empeño en los responsables de la gestión del Centro: el de que todos los que por allí pasaban aprendieran lenguajes de programación, el Fortran IV. Lenguaje que solo José Luis Alexanco, entre los artistas, y algún futuro arquitecto como Guillermo Searle aprendieron a programar. Como dice Violeta Demonte, par-

ticipante en el seminario de Lingüistíca matemática, ellos no vieron la computadora de cerca, nunca utilizaron la máquina, no les era necesario, ni muchos fueron allí por ella, pero lo cierto es que sí estaba, aquella 7090 amplió el horizonte creativo de muchos de los que entendieron que se encontraban frente al cambio de paradigma más profundo en el intento de comprensión del mundo. Las computadoras cambiaron la forma de crear, pero también las posibilidades de comunicación, la forma de aprehender la naturaleza, y han supuesto un cambio para la cultura humana mayor que el de la aparición de la escritura, o al de la reproductividad mecánica de la misma, la imprenta.

Por el Centro de Cálculo pasaron innumerables científicos, artistas o humanistas, que impulsaron sus acitividades, personas de reconocido prestigio que en mayor o menor medida aportaron sus conocimientos a esta experiencia, y resulta imposible citarlos a todos, pero debemos poner en valor la labor de Florentino Briones (primer director del Centro de Cálculo), Mario Fernández Barberá (responsable designado por IBM para la gestión de los acuerdos de esta empresa con la Universidad de Madrid) y Ernesto García Camarero (subdirector desde su creación y director del centro desde 1973).



Inauguración oficial del CCUM. Arriba izquierda: Florentino Briones y a su lado Antonio Torroja (Catedrático de Astronomía UCM). Sentados de izquierda a derecha: Fernando de Asúa (Director Gral. de IBM), José Botella (Rector UCM) y Monreal Luque (Secretario de Estado de Educación).

El Centro de Cálculo
de la Universidad de Madrid

Florentino Briones Martínez

A mediados de 1965 contactó conmigo Andrés Bujosa (excompañero de la Junta de Energía Nuclear y futuro primer director del Instituto de Informática) para informarme de que IBM, donde entonces trabajaba, iba a ceder un equipo electrónico a la Universidad de Madrid, y que, si yo estuviera interesado, su presidente-director general en España, Fernando de Asúa Sejournat, me propondría como director.

Poco antes, la Facultad de Ciencias, donde ya había impartido clases de Cálculo Numérico, me había concedido premio extraordinario de doctorado por mi tesis (sobre un tema también de Cálculo Numérico), por lo que fue muy fácil, tras visitar a algunos catedráticos de la Sección de Matemáticas (Abellanas, Botella, Dou, Torroja...), obtener su apoyo, y el del decano de la facultad, Enrique Costa Novella, a mi candidatura.

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (actual Complutense) fue fundado por un acuerdo entre la Universidad e IBM de fecha 13 de Enero de 1966. Y ya desde comienzos de ese año empecé a colaborar en la planificación de sus actividades, así como con Miguel Fisac, arquitecto que se encargó de diseñar el edificio.

En el acuerdo, IBM cedía a la Universidad un equipo integrado por un IBM 7090, como el que pocos años antes había servido para realizar los cálculos necesarios para enviar a la luna el cohete Saturno, un IBM 1401 y el necesario equipo auxiliar.

En 1966 trabajaba yo para la rama de energía nuclear del OCDE en el Centro Común de Investigación que el Euratom tenía en Ispra (Italia), donde, junto a otros equipos más modernos, disponíamos de un 7090/1401 igual al que iba a instalarse en Madrid. Pero no fue sino hasta el verano de 1967 cuando volví a España para hacerme cargo del puesto de director y comenzar la selección y preparación del personal del centro.

Como subdirector seleccioné a Ernesto García Camarero que me fue presentado, recién vuelto de Hispanoamérica, por un amigo común: Luis García de Viedma (también, como Bujosa, antiguo compañero de la JEN). Me pareció, por su experiencia y personalidad, la persona adecuada para asumir ese puesto y, más tarde, también para sucederme en la dirección cuando dejé la Universidad, en 1974, para incorporarme al Banco de España.

Junto a Ernesto, otra persona clave en el funcionamiento del Centro fue Mario Fernández Barberá, el hombre de IBM en el Centro de Cálculo. Su misión era la de ser-

vir de enlace y facilitarnos la ayuda de IBM en todo aquello que pudiéramos necesitar. A su experiencia en informática añadía su interés por el arte, que fue determinante en la creación de un "Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas" (SAGAF-P).

El Centro de Cálculo se inauguró oficialmente el 7 de Mayo de 1969, aunque ya llevaba un año de funcionamiento, durante el que, además del servicio de cálculo, comenzaron a impartirse cursos sobre informática, lenguajes de programación y aplicaciones, ciclos de conferencias, seminarios y congresos.

Una de las actividades más importantes que desarrollamos en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid fue la organización de una serie de Seminarios en los que nos reuníamos semanal o quincenalmente algunos analistas del Centro con profesionales y estudiantes de diversas disciplinas. Los dos primeros seminarios que se organizaron en 1968, a sugerencia del lingüista Víctor Sánchez de Zavala y del arquitecto Javier Seguí de la Riva, fueron sobre "Lingüística matemática" y sobre "Ordenación de la construcción", seguidos en el mismo año por los de "Valoración del aprendizaje", "Composición de espacios arquitectónicos" y "Análisis y generación automática de formas plásticas". Encargué los seminarios y la publicación de un boletín a Ernesto García Camarero, Subdirector del Centro, que desarrolló en ellos una magnífica labor.

Otros seminarios que fueron creándose a partir del año siguiente fueron los de "Aproximación de funciones", "Enseñanza de ordenadores en secundaria", "Autómatas adaptativos", "Análisis y generación automática de formas musicales", "Enseñanza asistida por ordenador", "Información médico-sanitaria", "Compilación, modelos de simulación de sistemas educativos", "Información médica obstétrica", "Planes de estudios universitarios en informática" y "Estudio del fenómeno OVNI".

De todos ellos, el que tuvo más repercusión mediática fue el "Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas" (SAGAF-P), seguido del de "Formas Musicales" (SAGAF-M), que fue el de más larga duración (1970-1982).

En el acuerdo de creación del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid figuraba, entre otras cosas, que el Centro solo podía utilizarse para labores de investigación y enseñanza (y no para labores administrativas) y también que IBM dotaría anualmente al Centro con una cierta cantidad de dinero para becas de investigación. El fondo lo gestionaba el Patronato del Centro, compuesto por el Rector, el Presidente de IBM y varios catedráticos.

El SAGAF-P fue una consecuencia de que Manuel Barbadillo, un pintor afincado en Torremolinos, solicitara una beca del Centro de Cálculo que le fue concedida. Manuel Barbadillo me escribió en la primavera de 1968 una carta solicitando una de esas becas a fin de estudiar la posible aplicación de la informática a la creación artística. A Barbadillo le sugirió la idea de solicitar la beca otro artista plástico, José Luis Alexanco, que vio claramente que su pintura modular era fácilmente tratable por ordenador. Alexanco, a su vez, conocía la existencia del Centro de Cálculo y de sus becas por la amistad que le unía a Mario Fernández Barberá, que contaba con muchas amistades en el mundo del arte, lo que facilitó que se convocara una reunión de conocidos artistas de la que surgió el "Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas". El 18 de Diciembre de 1968 tuvo lugar su primera reunión, actuando, desde su incorporación en 1969, Ignacio Gómez de Liaño como coordinador.

Entre los pintores que venían al Seminario, solo dos tenían ya una cierta experiencia en arte y calculadoras: Abel Martín y Eusebio Sempere, pero ya en junio de 1969, como clausura del primer año de trabajo del Seminario, celebramos una primera exposición, a la que llamamos *Formas Computables*, porque no todas las obras habían sido computadas, aunque se exhibían bien como antecedentes (Mondrian, Vasarely, Equipo 57) o como posibles obras a tratar con el ordenador (Alexanco, Amador, Elena Asins, Tomás García, Lily Greenham, Lugán, Quejido, Abel Martín, Eduardo Sanz, Ana y Javier Seguí y Soledad Sevilla). Las únicas en las que el ordenador había realmente participado hasta ese momento fueron las que expusieron Sempere, Barbadillo e Yturralde.

A principios de 1970 se crea el "Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Musicales" en el que participan activamente músicos como Luis de Pablos, Horacio Vaggione y Eduardo Polonio, y, ocasionalmente, Carmelo Bernaola, Cristobal Halffter y Tomás Marco. En este primer periodo se centran los trabajos en la posibilidad de producir sonidos grabando ceros y unos en las cintas magnéticas del ordenador, con resultados bastante decepcionantes.

Más adelante (1973) se diseña un instrumento musical controlado por ordenador, que no llega a materializarse, dándose a continuación un giro total en la temática del seminario que deja de interesarse por la producción de sonidos para orientarse hacia la creación de un lenguaje conversacional máquina-músico que permita la composición musical con ayuda del ordenador. En esta etapa el seminario se forma

con nuevos músicos: Rafael Senosiain, Antonio Agúndez, Javier Maderuelo, Emiliano del Cerro y José Iges entre otros.

Mientras tanto, en el ámbito del SAGAF-P siguen organizándose exposiciones en el propio Centro de Cálculo, en la sala Santa Catalina del Ateneo madrileño, en Pamplona (con motivo de los Encuentros del 72) y, más adelante en el SIMO (Salón de la Informática y el Material de Oficina), donde también se organizan conciertos del seminario de música.

A partir de 1974, ambos seminarios se fusionan en uno de "Arte e Informática" que perdura hasta el curso 1981-82, aunque, al terminar centrándose más en la música que en la pintura, puede darse 1974 como fecha final del SAGAF-P, cuando Alexanco presenta su trabajo MOUNT de producción y modificación de figuras tridimensionales por ordenador.



Cursos de programación Fortran IV. Profesor Julio Montero, analista CCUM

El legado y desarrollo posterior de las experiencias del Centro de Cálculo en la Universidad Complutese

Jaime Munárriz Ortiz

La actividad tan intensa que se desarrolla en el Centro de Cálculo desde 1967, alrededor de los seminarios, termina hacia 1974. Esta etapa ha quedado dibujada como un periodo que finaliza sin una aparente continuidad. La escena artística y las inquietudes científicas y humanistas de la época parecen alejarse de esta direción. Llegan los locos 80, en los que la sociedad española se lanza hacia el cambio y la experimentación en todas sus áreas. Los modelos del estructuralismo se ven revisados por nuevos planteamientos que, recogiendo sus aportaciones, avanzan mucho más lejos.

La transvanguardia, el punk, la posmodernidad, la nueva ola son movimientos rápidos que nos llenan de novedades y de ganas de explorar la realidad desde prismas diferentes. Las preocupaciones que toman forma en los seminarios, alrededor de la nueva lingüística y la gramática generativa, con sus exploraciones sobre modularidad y estructuras generativas dejan paso a otras inquietudes. La actividad del Centro de Cálculo, sin embargo, sí tiene una continuidad en el ámbito de la Universidad Complutense de Madrid. Existe una proyección directa entre los caminos que se abren con las discusiones y exploraciones que surgen en el seno de los seminarios del Centro de Cálculo y los espacios de docencia e investigación que se consolidan en nuestra universidad. La facultad de Bellas Artes es lugar donde muchas de estas inquietudes tienen una proyección posterior, incorporándose a los planes de estudio y grupos de trabajo del centro. El primer plan de estudios de Bellas Artes en la UCM, de 1974, incluye sorprendentemente la asignatura de Informática. La Facultad nace de un entorno muy clásico y conservador, como es la academia de San Fernando. En el primer plan de estudios se intenta recoger esa herencia de la academia integrándola con las nuevas corrientes provenientes de la Bauhaus. El equipo que traza este plan, al parecer impulsado por Echauz con el asesoramiento externo de un grupos de arquitectos y otros personajes activos en la vanguardia de la época, decide situar en quinto curso una asignatura con el nombre, ambicioso para aquel momento, de Informática. Posicionada como optativa del último curso, se propone como salida avanzada para los alumnos que ya han adquirido una sólida formación en los procedimientos y técnicas convencionales. Evidentemente la Facultad inicia su andadura sin ningún equipo informático que pueda ser utilizado para la docencia o la investigación.

Para la puesta en marcha de la asignatura llaman a Alexanco, el artista que más se implica en la programación (en Fortran) dentro de los que desarrollan proyectos en el Seminario de Formas Computables. Alexanco imparte el primer año (84/85) esta

asignatura sin ningún ordenador, explicando en una pizarra sus experiencias y las de sus compañeros del Centro de Cálculo.

El segundo año se adquiere un ordenador de 8 *bits*, un *Commodore 64*. Se realizan visitas a la Facultad de Arquitectura, invitados por Javier Seguí, donde se puede utilizar un ordenador Tektronik, con tablero trazador de puntos. Tengo la suerte de cursar como alumno en este año, y aunque ya de forma autodidacta había adquirido conocimientos de programación gracias a mi primer *Spectrum* (desde 1982) y posteriormente mi *MSX2* (¡con 256 colores!), tengo la fortuna de recibir de forma directa las experiencias, inquietudes y vivencias desarrolladas por Alexanco y sus compañeros. Alexanco nos explica detenidamente el proceso por el que elabora una forma madre en escayola, la secciona en rebanadas, numerizando su forma mediante coordenadas polares. Esta información puede ser procesada en la computadora mediante transformaciones e interpolaciones. Los resultados se obtienen mediante impresora, y el artista tiene que recortar a mano cada curva de la nueva forma para proceder a la elaboración de una escultura en material plástico. Recuerdo especialmente el comentario de que, cuando incorporaron una pantalla al ordenador que permitía visualizar la forma sin necesidad de realizar este proceso manual de elaboración, ya no volvió a construir una pieza.

Esta relación tan estrecha entre concepto, producción artística y tecnología es absolutamente esencial y determinante en las prácticas de arte con nuevos medios.

En este mismo año nos visita Sonia Landy Sheridan, desde Chicago, que viaja para la exposición de *Procesos* en el Reina Sofía (1986), y Alexanco nos lleva a conocerla e intercambiar conocimientos. En este contexto, precario pero estimulante, desarrollo un programa gráfico que explota las posibilidades del Commodore 64 y su cartucho de *Basic* extendido, que añade funciones de dibujo semejantes al Logo. Este programa permite trazar unas formas lineales preestablecidas, que pueden ser rotadas, escaladas y posicionadas de forma interactiva por la pantalla (Fig.1).

El programa, probablemente el único programa generativo de imágenes que se desarrolló en aquel ordenador, curiosamente se adelanta a las modernas máquinas dibujantes (*drawing machines*) desarrolladas por artistas como Casey Reas o Zachary Lieberman. Este interés por las estructuras del plano me fue transmitido por Julián Gil, con el que colaboraría en la gran exposición sobre Arte Geométrico que organizó en el Centro Cultural de la Villa en 1987, que recoge las obras importantes realizadas en el "Seminario de Generación Automática de formas plásticas", y en cuyo catálogo

incorpora textos de Florentino Briones y Ernesto García Camarero. Alexanco abandona la enseñanza, incómodo por la falta de equipo y no muy a gusto en su papel de profesor. Continúo mi relación con él en un taller de pintura del Círculo de Bellas Artes, entregados los dos al color y la materia, aunque con un gusto común por las estructuras y los módulos que subyace en los trabajos de aquellos años.

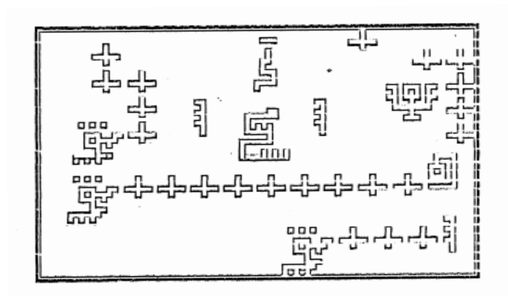
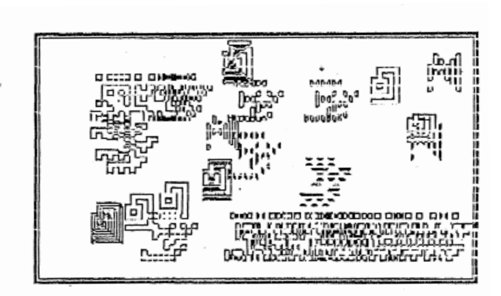
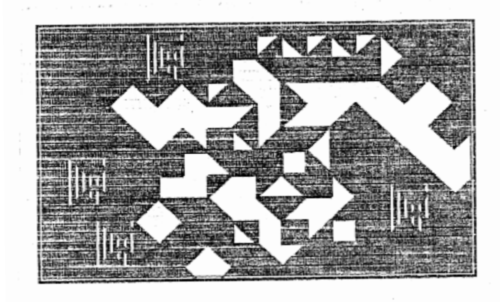
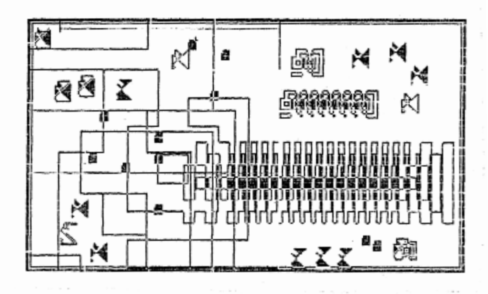
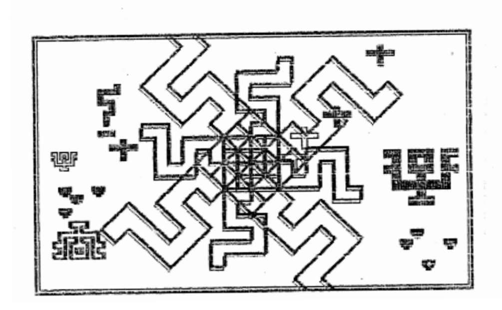
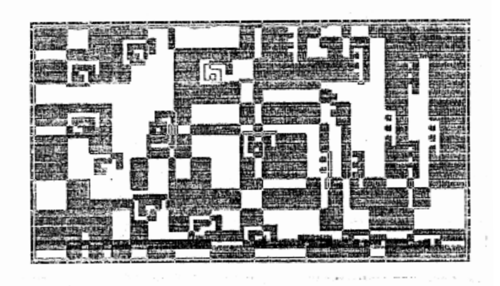







Fig. 1. Imágenes generadas con GenLin C64.

En aquella época ya no es tan interesante aprender a programar: aparecen los ordenadores de 16 *bits* (*Amiga, Atari, Mac, PC...*) y con ellos los primeros programas profesionales que abren campos casi inimaginables: ilustración vectorial, auto-edición, dibujo con paletas y medios naturales, música (MIDI), retoque fotográfico, modelado y animación 3D, procesamiento de audio, fotografía, vídeo...

Surgen y se consolidan paradigmas fundamentales en las futuras herramientas: el interfaz WIMP (*windows, icons, mouse, pointer*), la rejilla de hoja de cálculo, la línea de tiempos para vídeo, animación y sonido, el concepto de WYSIWYG (*what you see is what you get*, lo que ves en la pantalla es lo que tendrás a la salida del programa). En estos tiempos resulta más interesante seguir el desarrollo y la aparición de estas nuevas herramientas que intentar desarrollar una herramienta propia. Los entornos de programación se complican y profesionalizan, alejando al posible diletante.

En el curso de Doctorado "Simetría y espejo" diseño y desarrollo sobre MSX2 un programa para construir polípticos (cuadros o grabados modulares), estudiando las posibles simetrías generadas a partir de un módulo que parte de las estructuras internas del plano. El programa permite realizar todas las simetrías, rotaciones y traslaciones posibles sobre una rejilla de trama ortogonal. Utilizo esta herramienta como punto de partida para una serie de cuadros y grabados. (Fig. 2)

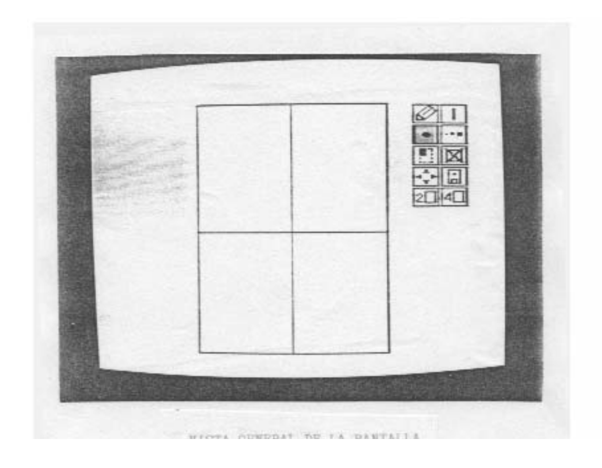


Fig. 2. SimModul en la pantalla original.

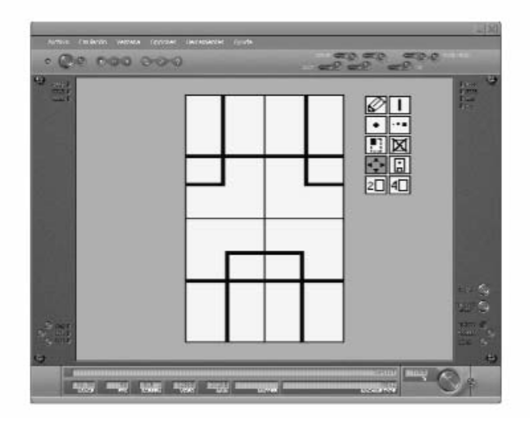


Fig. 2b. SimModul en un emulador actual.

Una parte importante en el desarrollo de este *software* es la construcción de una interfaz de usuario mediante iconos, ya que en los ordenadores de la época todavía no existían las ventanas y menús a los que ahora estamos acostumbrados. Para entregar el programa y sus resultados como ejercicio realizado en clase, transcribo a mano (con máquina de escribir) el código *MSBasic* y fotografío en blanco y negro la pantalla, fotocopiando estas imágenes. En esta época la casa *Polaroid* comercializaba su sistema *Palette*, una especie de embudo negro para fotografiar la pantalla, algo difícil de realizar con éxito (por el barrido del tubo catódico) y que constituía la única manera posible de producir objetos que reprodujeran la imagen generada en pantalla, ya que no existían impresoras de calidad suficiente.

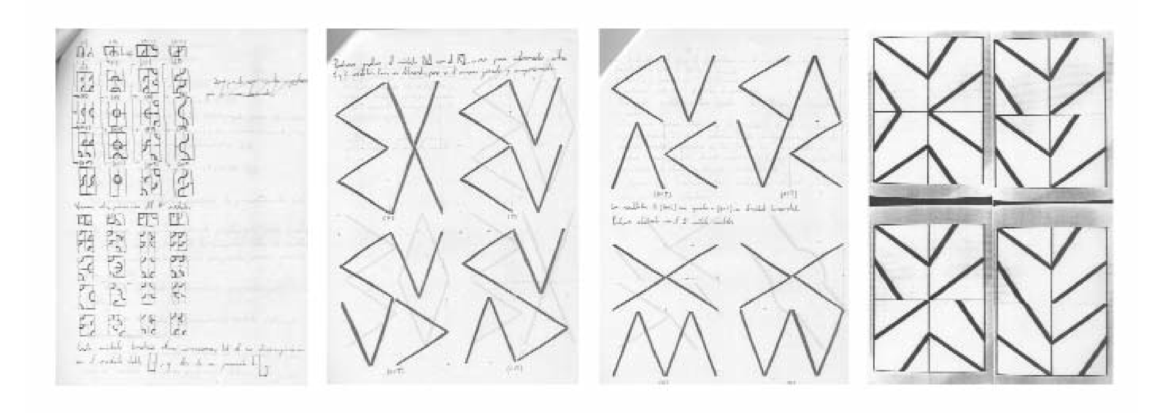


Fig. 3. Estudios de simetrías mediante SimModul.

En el curso 95/96 ponemos en marcha el "Curso de Especialista en Multimedia", dirigido por Joaquín Perea y del que soy coordinador. Joaquín había asistido a los seminarios del Centro de Cálculo y seguía muy de cerca los avances en lenguajes de programación y todo lo relacionado con la imagen digital. Su formación en la Facultad de Físicas, en la especialidad que luego se convertiría en la Facultad de

Informática, aporta un pensamiento ordenado y lógico, recogiendo conceptos como el de la Teoría de Sistemas e integrándolos en los conocimientos desarrollados en los cursos de Doctorado de la Facultad de Bellas Artes.

En este mismo año comienzo mi andadura como profesor, en la asignatura de Informática, justo la asignatura que había iniciado Alexanco. Me propongo impulsar el uso de los ordenadores como herramienta creativa dentro de la enseñanza de las Bellas Artes.

Las herramientas digitales avanzan y se introducen progresivamente en las distintas áreas del departamento de Diseño e Imagen, acercando a profesores y disciplinas que anteriormente manejaban conceptos y herramientas muy alejados: diseño, fotografía, vídeo. El ordenador ofrece un medio y un lenguaje común. Penetra en toda la estructura de la Facultad, llegando a utilizarse también en pintura, grabado o escultura. Ponemos en marcha la asignatura de Infografía, dedicada al modelado y animación 3D, que se convertirá después en Imagen Digital.

En 2004 inicio el curso de Doctorado "Programación gráfica con Processing". Los años han pasado y las nuevas generaciones de artistas plásticos, que ni siquiera habían nacido cuando en el Centro de Cálculo se realizaban estas experiencias, se interesan por las posibilidades del ordenador como medio generativo. Descubro con sorpresa cómo se reúnen en las sesiones del *Dorkbot* para compartir conocimientos y mostrar juguetes intervenidos, *patches* de *PureData* o librerías gráficas en C++. Este interés por la programación y el redescubrimiento del ordenador como medio de creación, y no simple herramienta, es fomentado activamente por Medialab Madrid, que realiza constantes talleres, conferencias y exposiciones, con un modelo abierto y adaptable que le proporciona una enorme flexibilidad y capacidad para acoger ideas y personas interesadas en absorber y difundir los nuevos conocimientos. Establecemos unos lazos de colaboración entre los dos centros que se mantienen hasta hoy, complementándose las dos instituciones en programas y modos de hacer y conocer (hoy Medialab Prado).

Processing es una herramienta de programación pensada para artistas visuales, y con vocación de ser sencilla y de fácil acceso, además de multiplataforma, libre y abierta. Resulta ideal para su enseñanza en un centro dedicado a la creación como es la Facultad de Bellas Artes. *Processing* se plantea, 30 años después, como uno de los lenguajes para artistas plásticos que Florentino Briones anticipara en su texto del catálogo *Formas Computables* en 1971. La asignatura de "Imagen de Síntesis y

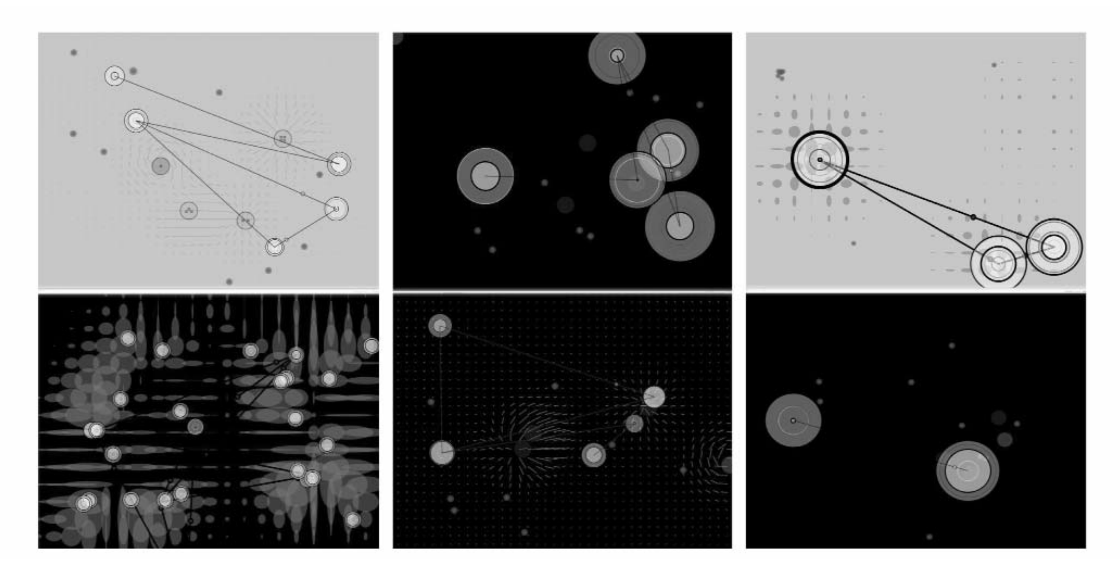


Fig. 4. Generación sonora mediante agentes autónomos comunicantes.

Entornos Interactivos" se consolida no sólo como lugar de enseñanza de la programación, sino sobre todo como medio de divulgación de las prácticas artísticas que emplean el código como núcleo importante en sus propuestas, las nuevas prácticas generativas. La potencia de los nuevos ordenadores permite ahora realizar obras que en los años 70 resultaban inviables: además de capacidad gráfica muy superior, con sistemas de impresión de muy alta calidad, las piezas pueden funcionar en tiempo real (sin necesidad de un proceso de compilación y procesamientos que aplazan los resultados). Los proyectores digitales abren la imagen al espacio-luz, posibilitando instalaciones y piezas inmersivas. La interactividad se convierte en eje de los intereses de los artistas actuales: las piezas pueden reaccionar ante las acciones del artista o del público. Se abre la experimentación con entornos de simulación de vida artificial, en los que podemos reflexionar sobre comportamientos e interacciones. Las obras pueden emplear sonido y vídeo, con lo que pueden ofrecer un contenido audiovisual de gran calidad y poder envolvente.

Curiosamente la potencia de proceso de los ordenadores actuales no hace que los experimentos con formas plásticas realizados en el "Seminario de Formas Computables" queden anticuados. Al contrario, nos damos cuenta de que todas las ideas

sobre la computación de formas fueron exploradas con extraordinaria lucidez por aquellos artistas. Las posibilidades de seriación, modularidad, combinatoria y parametrización de formas, aunque realizadas con medios increíblemente primitivos si los comparamos con la tecnología actual, fueron exploradas y analizadas desde el rigor conceptual. Tanto es así que podemos observar en las prácticas artísticas actuales que no hay propuestas que superen aquellas experiencias con ideas más avanzadas. Solo la velocidad y potencia de proceso, el tiempo real y la existencia de tecnologías avanzadas de entrada y salida, como el sistema *Arduino* al que podemos conectar sensores y servo-mecanismos, permiten la realización de piezas que incorporan la interacción y el tiempo real. Los conceptos que se plantearon en los talleres y seminarios del Centro de Cálculo, alrededor del estructuralismo y la gramática generativa, no han sido superados con las nuevas tecnologías.

El plan de Bolonia y el proyecto de Convergencia en la educación Superior, que obliga a modificar la estructura de todas las titulaciones universitarias, supone en la Facultad de Bellas Artes una transformación en gran profundidad de las enseñanzas y metodologías impartidas. Las especialidades de Diseño y Restauración se independizan como nuevos grados. Aprovechamos este impulso de cambio para elaborar un plan de estudios para el Grado en Diseño que recoge de forma clara todas las disciplinas digitales, con un itinerario de nuevos medios en el que se estudiará animación, modelado, imagen digital, diseño web, *motion design* y casi todas las corrientes actuales de creación mediante herramientas digitales. En el Grado en Bellas Artes aparece por fin una asignatura en el primer año obligatoria para todos los alumnos dedicada a la enseñanza de la tecnología digital, fundamentando tecnologías y modos de producción que serán empleados a lo largo de la carrera en todas las materias.

Este mismo año (2012) tengo la satisfacción de poner en marcha la asignatura de *Media Art*, optativa en el tercer curso, que recoge por fin la creación con las nuevas tecnologías sin tener que ofrecerse como herramienta aplicada a otras disciplinas. *Media Art* trata de recoger todas las prácticas artísticas que utilizan los nuevos medios, desde el vídeo y la fotografía digital hasta el arte sonoro, interactivo, vida artificial, intervenciones, *transcoding* y *hacktivismo*. La asignatura potencia el uso de *software* libre y abierto, sistemas como *Processing* o *PureData*, y alternativas a las herramientas comerciales. La construcción de máquinas para la creación y la *performance* constituye una de las prioridades en las preocupaciones de los artistas contemporáneos de los nuevos medios. *Media Art* no se plantea solo como aprendi-

zaje de tecnologías, sino que se propone como lugar de reflexión sobre la creación en la sociedad actual y las implicaciones que el uso de las nuevas tecnologías tiene en nuestros modos de vivir y relacionarnos. La creación con nuevas tecnologías tiene por tanto que ser analizada tanto desde su vertiente tecnológica e instrumental como desde sus planteamientos e implicaciones conceptuales.

Su implantación en los estudios actuales supone la incorporación de aquellas experiencias de vanguardia realizadas en el Centro de Cálculo de la universidad de Madrid, que por fin son recogidas como práctica artística contemporánea junto a las artes más tradicionales. Siento una gran satisfacción al poder colaborar en la puesta en marcha de esta exposición que recoge las actividades pioneras y de vanguardia realizadas en el Centro de Cálculo, reflexionando sobre cómo hemos podido absorber y establecer un lugar donde se desarrollen y tengan continuidad aquellas reflexiones y experiencias.

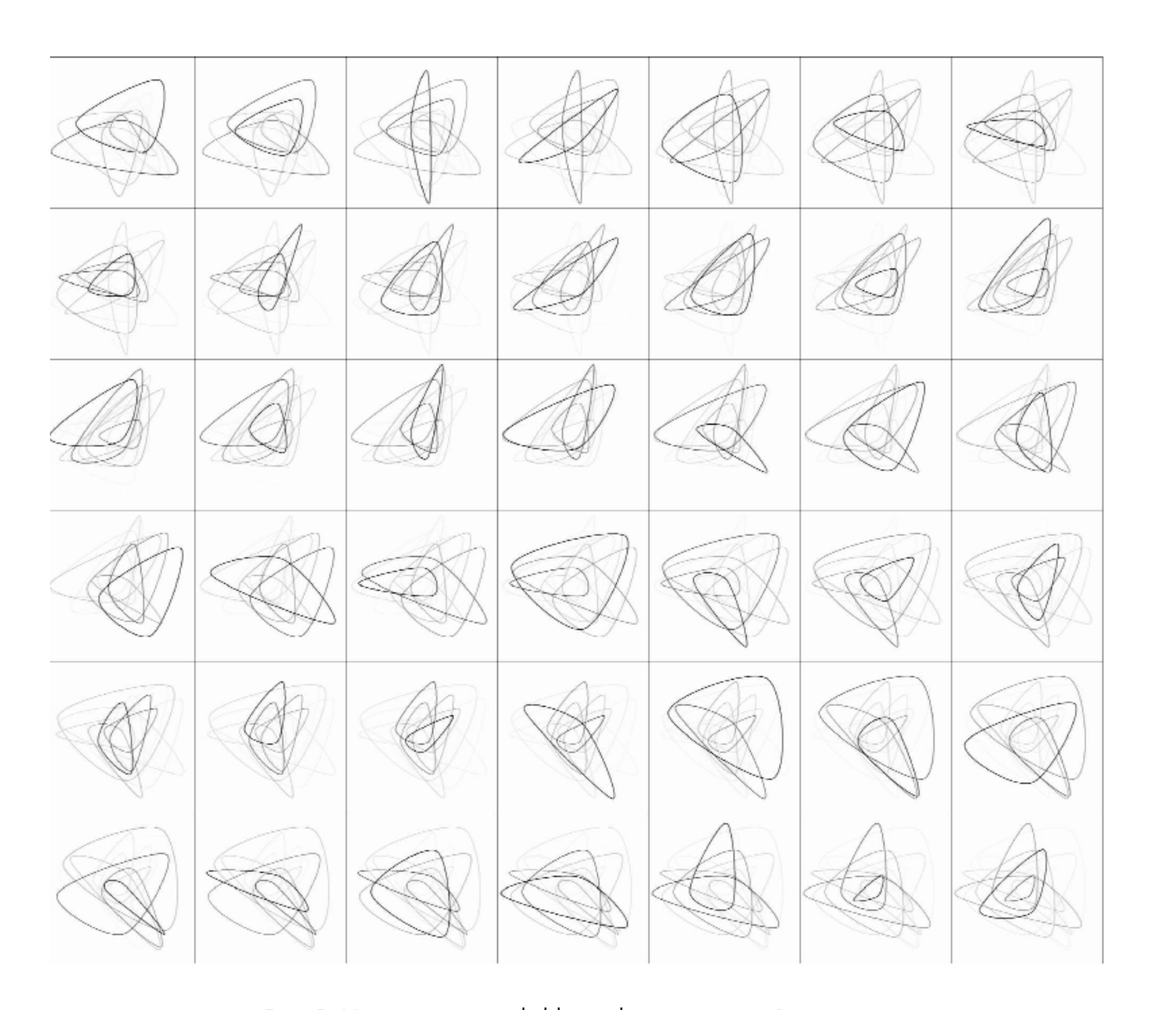


Fig. 5. Variaciones en el dibujo de curvas, con Processing.

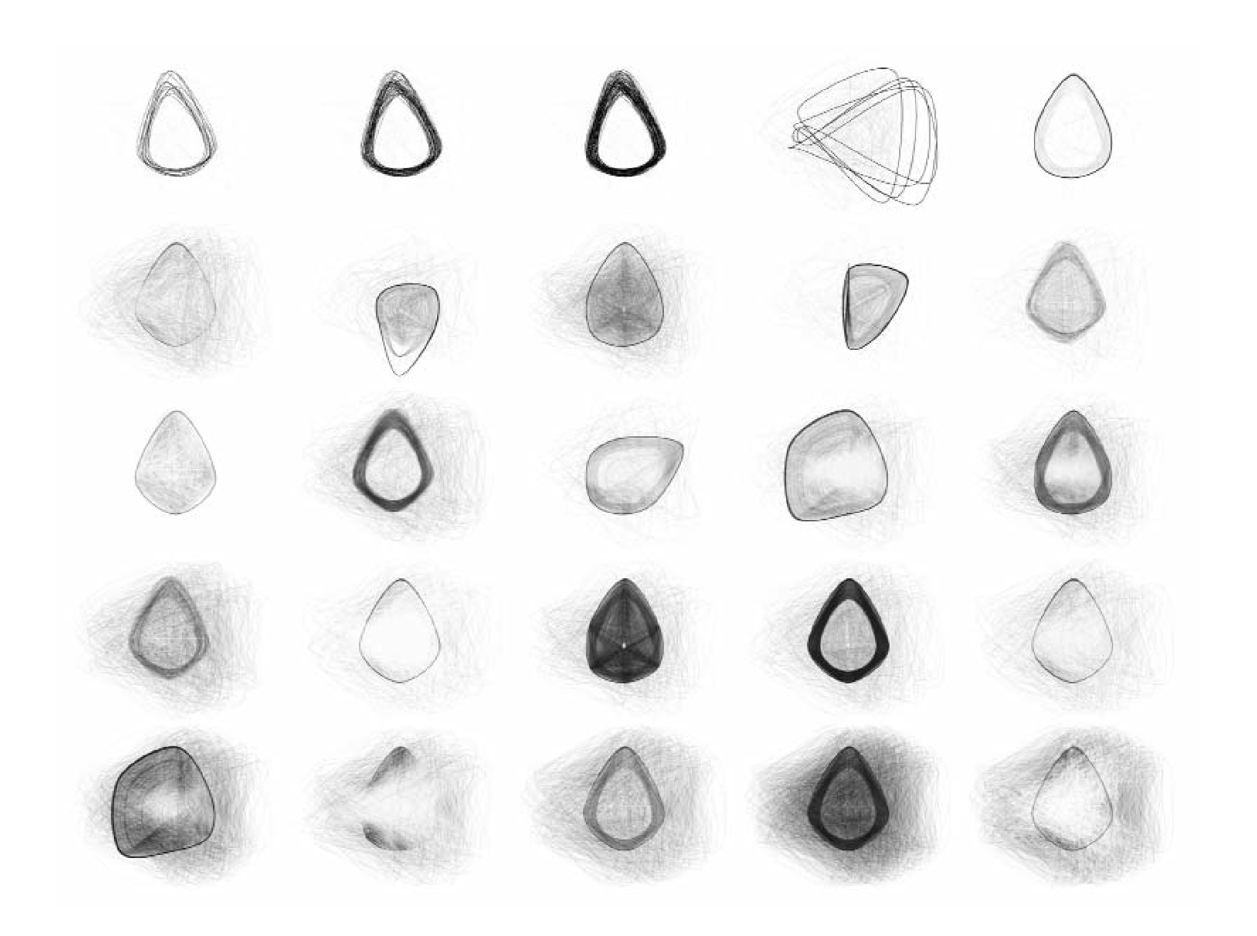


Fig. 6. Semillas dibujadas mediante *máquinas dibujantes.*



Departamento de Física Industrial en la Universidad de Madrid

Cuando las máquinas participan en la creación: la actividad del CCUM en el contexto de la investigación reciente sobre Creatividad Computacional

Pablo Gervás

La actividad del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM) en los años sesenta y setenta destaca por haber sido pionera a nivel nacional e internacional en la aplicación de la informática a tareas de creación artística y musical. En la actualidad, la aplicación de soluciones y herramientas informáticas en las industrias creativas está muy extendida. Vivimos rodeados de productos de naturaleza estética generados y transmitidos por medios informáticos, y pocos son ya los creadores en cuya labor cotidiana no tenga un lugar el ubicuo ordenador. En este artículo se analizan los méritos de la actividad del CCUM en relación con esta hoy omnipresente aplicación de tecnologías informáticas en las tareas de creación y en relación con las investigaciones más recientes en Creatividad Computacional, disciplina emergente que estudia las posibilidades de conseguir que las máquinas participen activa y críticamente en la creación.

Tecnologías informáticas y actividad creadora

La historia de la aplicación de la informática a tareas de creación abarca un espectro muy amplio, desde los trabajos pioneros por investigadores destacados a la adopción por las industrias creativas, pasando por la incorporación al quehacer cotidiano de la gente corriente. En cada uno de estos contextos se observa una progresión clara en la complejidad y la naturaleza de las tareas antes realizadas por las personas que se van delegando a los ordenadores. Repasemos la percepción más general que se tiene de la informática para encontrar claves del alcance que puede llegar a tener la informática en la creación y cuáles son los factores que pueden determinar su adopción.

En un principio, el mundo veía los ordenadores como máquinas especializadas en cálculo numérico, sin imaginar posibilidades de aplicación más allá de eso. Progresivamente empezaron a utilizarse como herramientas de procesamiento de texto. Esto tuvo un impacto significativo en la manera en que trabajaban algunos autores, y el grueso de la industria literaria. Un siguiente paso en el desarrollo de la tecnología permitió a los ordenadores manipular archivos de audio, y los convirtió en herramientas útiles para la industria de la música. La generalización de la fotografía digital y los programas de manipulación de imágenes como *Photoshop* cambió drásticamente el modo en que las imágenes fotográficas se generan y se consumen en nuestro mundo. Un avance similar afectó a la industria del vídeo cuando las distintas combinaciones de aplicaciones de procesamiento de vídeo y *hardware* de alto ren-

dimiento han hecho posible editar video en un ordenador personal con calidad sorprendente. La introducción de la animación 3D ha revolucionado la industria cinematográfica, desde el uso de efectos especiales basados en animación al desarrollo de películas enteras basadas en esta tecnología. También ha permitido la aparición de industrias del entretenimiento totalmente nuevas como los videojuegos.

En todos estos casos, encontrar la manera adecuada de combinar las ventajas del procesamiento informático (sea capacidad de almacenamiento masivo de datos, altas velocidades de computación, o facilidad de manipulación) con las prácticas y técnicas existentes en una disciplina concreta ha dado lugar a nuevas formas de trabajo, en su día revolucionarias, que posteriormente se han convertido en habituales en la disciplina correspondiente.

No obstante ha sido necesaria una combinación compleja de las circunstancias apropiadas (algoritmos adecuados y tecnologías de programación para tratar los problemas específicos de cada disciplina, capacidades suficientes de almacenamiento y de velocidad de cómputo, y una mezcla acertada de las nuevas tecnologías con las antiguas prácticas) para hacer posible estos éxitos.

En aquellas disciplinas en que la adopción de tecnologías informáticas está más avanzada se observan una serie de etapas progresivamente más elaboradas. El punto de partida suele ser una situación en la que el material con el que trabaja una disciplina no se puede representar en un ordenador. Texto, audio, imagen, fotografía, vídeo… todos pasaron por esa etapa. La posibilidad de representar los artefactos relevantes en un ordenador constituye un estado inicial. La habilidad para almacenar archivos de texto, audio, imágenes o vídeo convierte a los ordenadores en elementos útiles para el almacenamiento, pero no necesariamente permite su aplicación en los procesos de generación de esos materiales. Un segundo estado se alcanza cuando empieza a ser posible manipular los artefactos correspondientes. Procesamiento de texto, edición de audio, manipulación de imágenes, edición de vídeo… todos permiten la utilización de ordenadores como herramientas en los procesos de creación de un producto final de naturaleza más o menos estética. Ahora bien, en el caso del audio y el vídeo, los ordenadores han dado un paso más allá. El paso significativo reside en que, en el caso del audio y el video, los ordenadores a día de hoy pueden modelar los ingredientes fundamentales que constituyen el sonido o una escena cinematográfica (para el audio, las notas, las pistas, la calidad de los instrumentos…; para el video, los elementos físicos que conforman el mundo, los rayos de luz, las

propiedades físicas que hacen que ciertas superficies reflejen la luz...), y aplican su impresionante capacidad de procesamiento para computar nuevos artefactos que habría sido imposible obtener por simple manipulación de los existentes. Esto es lo que ha hecho posible obtener los espectaculares efectos visuales que se van convirtiendo en requisitos imprescindibles de cualquier película de Hollywood.

Es importante destacar que estas prácticas industriales constituyen una revolución con respecto a innovaciones anteriores en tanto que los autores delegan la composición de determinadas partes de su trabajo a programas de ordenador. En este caso, escenas de multitudes, explosiones o escenas que requieren movimiento de grandes cuerpos de agua se llevan a cabo mediante gráficos generados por ordenador. En estos casos, es evidente que hay un operario humano a cargo de dirigir el proceso, interactuando con el ordenador, probando y descartando opciones, ajustando cuidadosamente los parámetros de configuración para obtener el material deseado. Pero el ordenador participa ya en el proceso de generación como un colaborador, en el sentido de que el resultado final es generado por el ordenador, no por el operario.

Se observan por tanto los siguientes elementos básicos imprescindibles para la participación de los ordenadores en la actividad creadora:

1. Poder representar los artefactos a generar en el ordenador
2. Poder manipular los artefactos mediante el ordenador
3. Poder representar los elementos básicos que conforman los artefactos
4. Poder modelar procesos que conjugan esos elementos básicos para generar resultados.

De estos cuatro puntos, el primero y el segundo son necesarios para poder utilizar soluciones informáticas como herramienta de apoyo para la creación humana. El tercero y el cuarto son necesarios para que el ordenador pueda tener una participación activa en la creación.

Queda un quinto punto fundamental que sería:

5. Poder modelar los criterios que utiliza un artista para valorar y seleccionar un resultado concreto de los muchos posibles

Este punto es fundamental por cuanto que la delegación de la actividad creadora al ordenador solamente es posible si se dota a la máquina de algún mecanismo o criterio estético para seleccionar entre los múltiples caminos posibles que la tecnología, la capacidad de almacenamiento masivo, y la velocidad de cómputo abren ante ella.

La actividad del CCUM

La actividad del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM) en los años sesenta y setenta destaca por haber sido pionera a nivel nacional e internacional en la aplicación de la informática a tareas de creación artística y musical. El análisis descrito anteriormente de la relación entre informática cotidiana y tareas de creación permite valorar con más conocimiento de causa el mérito de esta labor. Evidentemente el trabajo realizado tuvo lugar a nivel de investigación fundamental. Se trataba de un momento tecnológico en el que los ordenadores solamente permitían representar secuencias numéricas. La investigación realizada en todos los campos conllevó por tanto un esfuerzo muy grande de análisis de problemas estéticos concretos para averiguar de qué manera podían representarse en forma de secuencias numéricas que pudiera procesar un ordenador. En este sentido, la actividad del CCUM incluyó toda una serie de esfuerzos innovadores y pioneros, que constituyeron avances muy significativos en el contexto de su tiempo. Ejemplos de estos avances pueden ser el procesamiento que se aplicaba a las imágenes del *Apostolado del Greco*, o la *Maja Desnuda* de Goya. La posibilidad de manipular directamente los artefactos que se consideraban estaba muy lejos entonces, así que las soluciones que se exploraron no tenían las posibilidades de interacción que se han popularizado en las aplicaciones informáticas de creación más modernas. Los trabajos realizados se centraban por tanto mucho más en establecer los elementos básicos que conformaban los artefactos y maneras en que esos elementos se pudieran conjugar para dar como resultado artefactos finales interesantes. Ejemplos de esto serían el trabajo con módulos de Barbadillo, o la *Gramática Generativa de Patios Platerescos* de Gómez de Liaño y Searle. Las propias restricciones de la tecnología de su tiempo obligaron a centrar la actividad en dos facetas fundamentales: la identificación de una representación muy refinada idónea para la tarea que se contempla, y la delegación completa del proceso de generación en la máquina. Como pioneros que eran, el grupo de investigadores que estuvo activo en el CCUM identificó también un problema clave que ha seguido desafiando a todos los que han trabajado en la creación

automática desde entonces: la dificultad de evaluar automáticamente los resultados de la creación. Esta dificultad se identificó como problema clave muy pronto, y fue fruto de discusión en los seminarios. Como resultado tangible de esta preocupación surgiría el *Estetómetro* de Prada Poole, que antecede en muchos años a todos los trabajos posteriores sobre evaluación automática de creaciones por ordenador.

Creatividad Computacional

La Creatividad Computacional es un área emergente de investigación a caballo entre la inteligencia artificial, la ciencia cognitiva, la filosofía, la psicología y la antropología social que estudia y explota el potencial de los ordenadores para ser más que herramientas avanzadas de creación, y para participar como creadores autónomos o co-creadores de pleno derecho. En un sistema de Creatividad Computacional, el ímpetu creativo puede provenir de la máquina, no solamente del usuario. Los estudiosos de la Creatividad Computacional se plantean dar respuesta a preguntas como:

> -¿Qué significa ser creativo? ¿Reside la creatividad en el individuo, en el proceso, en el producto, o en una combinación de estos tres elementos?
>
> -¿Qué relación tiene la creatividad con la experiencia y el conocimiento de un dominio concreto?
>
> -¿Cómo deben evaluarse y juzgarse los resultados de un proceso creativo?
>
> -¿Cómo emerge la creatividad del comportamiento en grupo y la actividad colectiva?

Al tratarse de una disciplina muy estrechamente ligada con la ingeniería, la Creatividad Computacional trabaja a base de construir sistemas que dan cuerpo a estas cuestiones teóricas en soluciones operativas. La Creatividad Computacional es a la vez una ingeniería y una ciencia experimental, en la que se avanza a base de convertir los avances teóricos en aplicaciones que pueden probarse y evaluarse empíricamente. El propósito de estas aplicaciones es crear artefactos nuevos –historias, poemas, metáforas, teoremas, adivinanzas, chistes, imágenes, hipótesis científicas, piezas musicales, juegos, etc.– en los que un porción significativa de la creatividad percibida por el usuario pueda atribuirse a la máquina que ha participado en su creación. El objetivo a largo plazo de la Creatividad Computacional es transformar los ordenadores de herramientas pasivas a co-creadores activos.

La Creatividad Computacional tiene mucho en común con la Inteligencia Artificial, y parte de cimientos similares, como la representación de problemas en términos de espacios de búsqueda sobre los que se debe llevar a cabo una búsqueda. Sin embargo, donde la Inteligencia artificial busca el camino más corto a la solución más eficiente, la Creatividad Computacional se centra más en buscar soluciones nuevas (distintas de las ya conocidas), caminos nuevos a las soluciones conocidas, combinaciones nuevas de soluciones conocidas, incluso maneras de modificar el espacio de búsqueda para que empiecen a ser posibles soluciones que no estaban contempladas con anterioridad. Estas diferencias conceptuales fueron descritas por Margaret Boden (1990) y formalizadas en el contexto de la Cretividad Computacional por Wiggins (2006a,b).

La investigación en Creatividad Computacional hunde sus raíces en aquellos trabajos sobre Inteligencia Artificial que trataban temas relacionados con procesos creativos, como el razonamiento por analogía (el sistema SMT/SME de Dedre Gentner, 1983), la generación de música (el sistema EMI de David Cope), narración de historias (el sistema TALE-SPIN de Meehan, o MINSTREL de Turner), generación de chistes (Binsted y Ritchie, 1996), generación de poesía (Gervás, 2001), generación de metáforas (Veale, 2012), diseño (Grace, 2008) o generación de pintura (Machado, 2002, Colton, 2012 y el sistema AARON de Harold Cohen).

La Creatividad Computacional empezó a adquirir su propias señas de identidad con la organización de una serie de talleres y simposios explícitamente dedicados a temas de creatividad en computadoras, como la 2nd Mind conference (1997) y eventos varios celebrados en asociación con congresos importantes como AISB (1999-2003), ICCBR (2001), ECAI (2002), EuroGP (2003 & 2004), IJCAI (2003), ECCBR (2004), IJCAI (2005) y ECAI (2006). En 2007 la comunidad científica interesada en estos temas organiza el *International Joint Workshop on Computational Creativity* (IJWCC) como evento independiente, y desde 2010 se viene celebrando anualmente como congreso internacional (ICCC), en Lisboa en 2010, en Ciudad de México en 2011 y Dublín en 2012. La historia más detallada de esta serie de eventos puede consultarse en (Cardoso, Veale y Wiggins, 2009).

En el camino a conseguir el objetivo de transformar los ordenadores de herramientas pasivas a co-creadores activos, los cinco elementos mencionados anteriormente (representación de artefactos, manipulación de artefactos, modelado de elementos bá-

sicos, modelado de procesos de creación, y modelado de procesos de evaluación) constituyen pilares fundamentales que deben tratarse. A lo largo de los últimos diez años de crecimiento y evolución de la Creatividad Computacional como disciplina científica de pleno derecho, cabe destacar dos ideas fundamentales con respecto a la investigación en creación automática.

En primer lugar, está la necesidad de que un programa informático con aspiraciones de ser considerado creativo debe exhibir algún tipo de capacidad crítica sobre sus propias creaciones. Los programas que simplemente generan resultados para ser evaluados externamente por un usuario se consideran generativos pero no creativos. Este punto que empieza a ser de consenso en la comunidad científica dedicada a la Creatividad Computacional, se alinea perfectamente con el problema de la evaluación automática de resultados generados por ordenador identificado en los años de actividad del CCUM.

En segundo lugar, se empieza a establecer una distinción clara entre sistemas que simplemente intentan replicar tareas creativas tal como las hacen los humanos (por ejemplo programas capaces de generar cantatas al estilo de Bach) y sistemas verdaderamente capaces de creación (en el sentido de producir resultados verdaderamente nuevos y sorprendentes que no se podrían haber conseguido de otra manera). Los sistemas del primer tipo pueden constituir interesantes ejemplos de investigación para poder establecer representaciones adecuadas para resolver el problema, modelar posibles procesos que sean de aplicación en la generación, o identificar métodos válidos de evaluación estética, pero no se consideran sistemas propiamente creativos sino etapas intermedias de investigación en el camino a conseguir el objetivo final. Curiosamente, la mayor parte de los trabajos realizados en el CCUM durante sus años de actividad sí que se aventuraban en busca de resultados verdaderamente innovadores, explorando nuevas posibilidades de los medios que se abrían antes ellos.

Conclusiones

Desde la perspectiva de nuestros días, en que pocas cosas ya se hacen sin la participación de un ordenador, puede parecer anecdótico que en los años sesenta y setenta floreciera en España un grupo de investigadores dedicados a investigar la aplicación del ordenador a la creación estética. No obstante, el mérito de aquellos

pioneros es indudable, tanto si se plantea en relación con la aplicación industrial de la informática a tareas creativas en nuestros días como si se plantea en relación a las investigaciones todavía vigentes sobre el papel de los ordenadores en la creatividad humana. Analizadas estas dos perspectivas, puede decirse que en los años de actividad del CCUM se acometieron actividades muy pioneras en líneas de investigación que siguen abiertas a día de hoy y en las que los problemas que encontraron aquellos investigadores siguen siendo desafíos por resolver para disciplinas nuevas de reciente aparición como la Creatividad Computacional.

Bibliografía

Binsted, K., Pain, H., and Ritchie, G. 1997, *Children's evaluation of computer-generated punning riddles, Pragmatics and Cognition*, *5*(2), 309–358.

Boden, M. 1990/2004. "The Creative Mind: Myths and Mechanisms". Second edition. Routledge.

Cardoso, A., Veale, T. and Wiggins, G. 2009. "Converging on the divergent: the history (and future) of the international joint workshops in computational creativity". *AI Magazine* 30(3):15-22.

Colton, S. 2012. "The Painting Fool: Stories from Building an Automated Painter". In McCormack, J., and d'Inverno, M., "Computers and Creativity", Springer, forthcoming.

Cope, D. 2006. "Computer Models of Musical Creativity", Cambridge, MA: MIT Press.

Gentner, D. 1983. "Structure-mapping: A Theoretical Framework". *Cognitive Science 7*(2):155–170.

Gervás, P. 2001. "An expert system for the composition of formal Spanish poetry", *Journal of Knowledge-Based Systems* 14(3-4), 181–188.

Grace, K., Saunders, R. and Gero, J.S.: (2008) ," International Joint Workshop on Computational Creativity", 17–19 September 2008, Universidad Complutense de Madrid.

Machado and Cardoso, "All the truth about NEvAr," Applied Intelligence, *Special Issue on Creative Systems*, vol. 16, iss. 2, pp. 101-119, 2002.

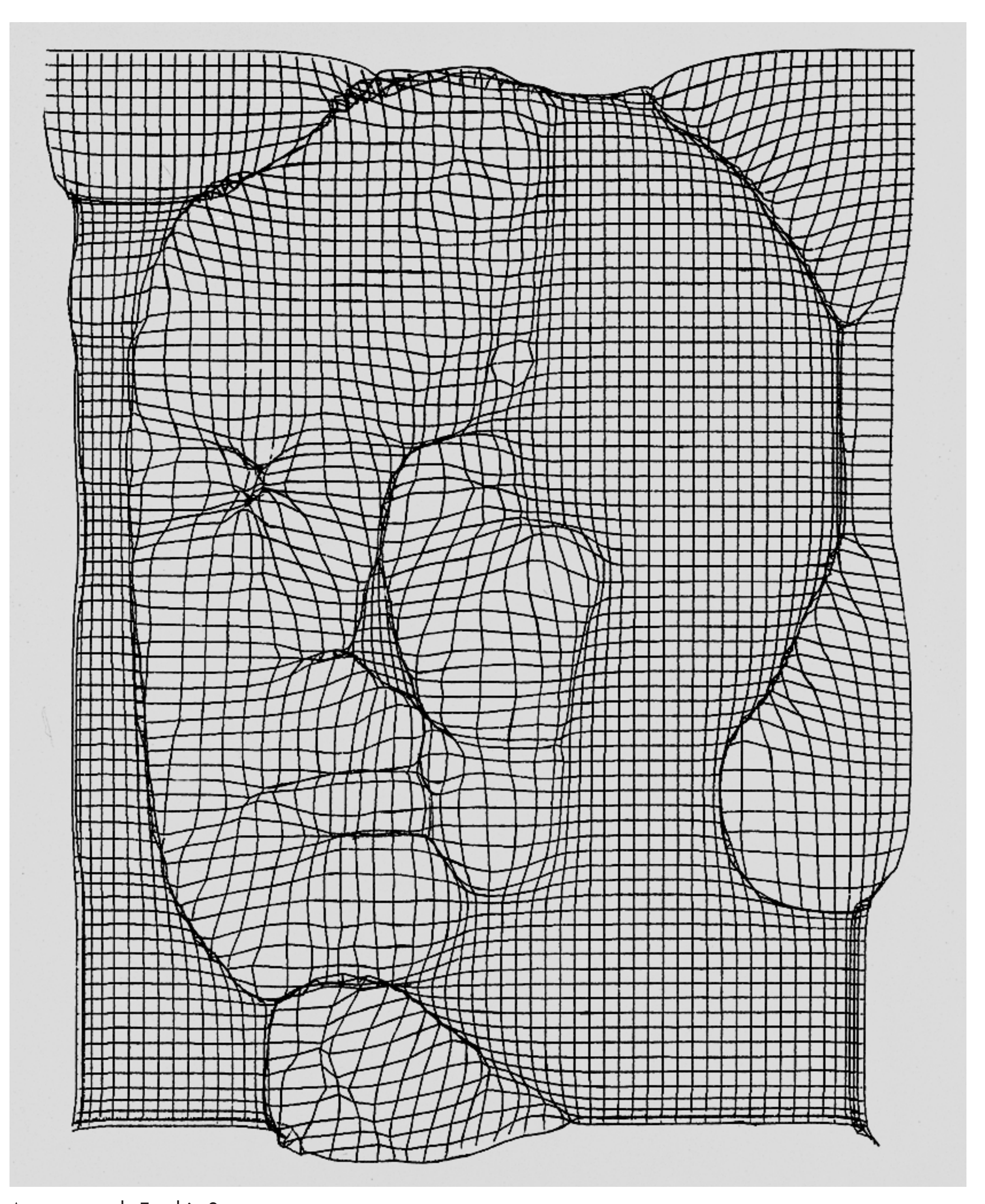
Meehan, J. 1981. *TALE-SPIN*, Shank, R. C. and Riesbeck, C. K., (eds.), "Inside Computer Understanding: Five Programs plus Miniatures". Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Turner, S.R. 1994. "The Creative Process: A Computer Model of Storytelling", Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Veale, T. 2012. "Exploding the Creativity Myth: The Computational Foundations of Linguistic Creativity". London: Bloomsbury/Continuum.

Wiggins, G. 2006a. "A Preliminary Framework for Description, Analysis and Comparison of Creative Systems", *Journal of Knowledge Based Systems 19(7), pp. 449-458.*

Wiggins, G. 2006b. "Searching for Computational Creativity". *New Generation Computing*, 24(3): 209-222



Autorretrato de Eusebio Sempere

Elogio a la programación

Miguel V. Espada

Crear con un ordenador es el arte de comprender la naturaleza de lo digital, entender los principios que rigen el pensamiento de las máquinas. Los ordenadores ejecutan programas que están construidos a partir de un conjunto muy simple de operaciones que, combinadas, resuelven problemas complejos. Los mismos algoritmos que se utilizan para realizar cálculos matemáticos, para descifrar códigos o para hacer simulaciones físicas, pueden usarse también para crear imágenes y sonidos fascinantes. De hecho, la programación es una de las herramientas creativas más poderosas.

Los pioneros del arte digital se acercaron a las máquinas con una curiosidad científica, convencidos de que estaban presenciando algo único. El tiempo les ha dado la razón. En las últimas décadas la tecnología digital ha pasado de ser un objeto de extraña atracción a convertirse en omnipresente en nuestra sociedad, modificando las estructuras básicas de nuestra existencia. Las primeras creaciones computacionales sirvieron para elevar al orden cultural un pensamiento exclusivo del mundo científico-lógico. El ordenador no se utilizó como una mera herramienta para extender las capacidades del artista, sino que sirvió para generar un lenguaje estético completamente nuevo.

El creador contemporáneo está obligado a posicionarse frente a la tecnología digital. Puede volverle la espalda y vivir ajeno a ella. Puede incluso mirarla con recelo porque está promoviendo un modo de crear opuesto al que manda la tradición. O puede mantener una mirada curiosa, como hicieron los pioneros del centro de cálculo, y participar activamente en el paradigma cultural digital.

Podemos disfrutar de la danza sin tener ningún conocimiento de la biomecánica del movimiento. Podemos practicar cualquier religión ignorando las cuestiones fundamentales sobre ética y metafísica, pero no podemos construir un puente ignorando las leyes del física, la matemática y la geología. De la misma manera, no podemos crear con el ordenador sin comprender cuáles son los principios que rigen la computación. Aquí, vamos a intentar acercarnos a esta pregunta lo que nos ayudará a comprender la singularidad del arte computacional.

Hemos aprendido a pensar que existe una relación ubicua entre la tecnología digital y los ordenadores. Pero esto no es cierto. La tecnología digital no son ordenadores, ni teléfonos móviles, ni otros dispositivos digitales. La esencia de lo digital se encuentra en otro lugar. Es una nueva manera de codificar, procesar y comunicar información.

En el mundo analógico la información se transmite por analogía. Las ondas de radio son análogas a las ondas eléctricas. Cuando usamos un micrófono, el sonido se transmite por un cable, porque los impulsos electromagnéticos producidos por la vibración de un imán son iguales a la vibración del aire causada por la voz. El sonido se reproduce de nuevo gracias al proceso inverso; la electricidad devuelve la vibración al aire por el movimiento de las membranas de los altavoces. La onda de audio se transmite hasta nuestros oídos haciendo vibrar, de nuevo, los huesos del oído. Durante todo el proceso no hay un cambio de materia, el sonido es una onda que circula por diferentes sustratos en una cadena de acción-reacción.

Sin embargo, en el mundo digital todos los estímulos (sonido, imagen, luz, etc...) se transforman a una forma básica de información: el código binario. La esencia de lo digital se halla en esta codificación. La información se desprende del sustrato material del que emana y se convierte en '1's y '0's. Ya no existe analogía, sino procesos computacionales que codifican y recodifican la información. Los programas informáticos son los encargados de manipular estas cadenas binarias para poder transformar la información a nuevos estados.

En 2012, se cumple el centenario del nacimiento de Alan Turing, uno de los padres de las ciencias de la computación. Turing creó el primer programa para jugar al ajedrez antes incluso de que hubiera un ordenador capaz de ejecutarlo. Él mismo hacía de ordenador, procesando cada una de las instrucciones del programa que llevaba escritas en un papel durante las partidas reales. Así pues, programar es una manera de operar con la información para obtener un resultado, independientemente del dispositivo ejecutor. La programación preexiste a la aparición de los ordenadores. Ya tenemos, por lo tanto, dos elementos clave de la esencia de lo digital: la codificación y la computación.

Si continuamos indagando en los principios básicos de la programación desde el legado del computólogo inglés, quizá su aportación más importante sea el concepto de la máquina de Turing. La máquina de Turing es un abstracción de un ordenador. Es el ordenador más simple que se puede construir. Tiene una cinta magnética infinita donde se pueden leer y escribir datos en código binario. El conjunto de operaciones que puede hacer la máquina de Turing es mínimo: mover el cabezal lector adelante y atrás en la cinta, leer, escribir y modificar el dato que apunta el cabezal, de uno a cero o de cero a uno.

La máquina de Turing es una construcción lógica, no existe tal ordenador y si lo fabricásemos no tendría utilidad práctica. Lo interesante de este objeto teórico es que es tan potente como cualquier ordenador que podamos diseñar. ¿Qué significa realmente esta afirmación? Un ordenador moderno puede ser infinitamente más rápido que la máquina de Turing, pero el conjunto de problemas que pueden resolver ambos es el mismo. Si hay algo que la máquina de Turing no puede hacer, ningún ordenador podrá hacerlo. La máquina de Turing pone límite al pensamiento de las máquinas.

Intuitivamente nos cuesta entender cómo un aparato como la máquina de Turing puede ser capaz de resolver problemas; pero nos enseña que en realidad todos los programas se pueden reducir a un conjunto de operaciones ridículamente pequeño. Básicamente, los ordenadores leen, escriben, suman, restan, comparan y saltan adelante y atrás en sus unidades de memoria. Absolutamente todos los programas que podamos pensar, cuando se transforman a código máquina, son así de sencillos. Cada una de las instrucciones que componen un programa son claras, están libres de cualquier ambigüedad. La clave es que estas operaciones básicas se ejecutan extremadamente deprisa. Pensemos, por ejemplo, en la forma de conocer la eficiencia de un ordenador, que suele utilizar una medida basada en el número de operaciones de cálculo sobre números decimales por segundo. Si comparamos los ordenadores modernos con aquellos de los que disponían los científicos hace medio siglo el salto es abismal. Una de las primeras máquinas, ENIAC, que se utilizó para descifrar mensajes en la II Guerra Mundial podía calcular 500 FLOPS, quinientas operaciones básicas por segundo. Las máquinas del Centro de Cálculo de la Complutense tenían alrededor de 200.000 FLOPS. Actualmente, el supercomputador más potente que existe sobre la Tierra tiene una velocidad de proceso de 10 PetaFLOPS. Esto significa que puede realizar 10.000.000.000.000.000 operaciones por segundo. A nosotros nos lleva más de un segundo contar el número de ceros que tiene esta cifra, en ese tiempo el ordenador hubiera ejecutando una cantidad increíble de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Y es precisamente de esta combinación de precisión y simplicidad de donde emana el interés por el nuevo discurso estético digital.

El artista visual que se embarca en la cruzada digital dispone de un conjunto muy limitado de recursos. Puede pintar puntos. A partir de los puntos puede dibujar líneas. Con líneas puede hacer figuras más complejas: triángulos, cuadrados, círculos... A estas figuras básicas les puede aplicar transformaciones espaciales: translaciones, escalados, rotaciones, y simetrías. El resultado de las transformacio-

nes puede volver a mezclarse con nuevas formas. Y así hasta conseguir resultados fascinantes. Al igual que en la máquina de Turing, a partir de un universo limitado de operaciones, la posibilidades se elevan al infinito cuando comenzamos a combinar y repetir las instrucciones.

El creador computacional establece las reglas de la creación: en qué orden se ejecutan, cuántas veces se repiten, cómo varían con el tiempo, o cómo se ven alteradas por ciertas variables matemáticas. Una vez definido el programa, el ordenador se encarga de generar el resultado final. El hombre es capaz de definir el programa, pero es el ordenador con su infinita paciencia y precisión el que da forma a los comandos del creador.

A lo largo de la historia la ciencia ha buscado definiciones que formalizaran los procesos naturales; axiomas que redujeran la complejidad de la existencia a unas pocas leyes. Solo en las últimas décadas se está reconciliando con la aleatoriedad y el caos. Aunque no existe una definición matemática universalmente aceptada de lo que significa caos, sí existen algunas características propias de todos los sistemas caóticos: formalmente, el caos es un sistema dinámico extremadamente sensible a las condiciones iniciales y cuyo desarrollo topológico es complejo e impredecible.

Pensemos, por ejemplo, en un péndulo. Un péndulo tiene un comportamiento predecible. Si no variamos las condiciones del entorno, y lo impulsamos con una determinada fuerza podríamos prever con un alto grado de exactitud la trayectoria de su movimiento. Este determinismo ha permitido utilizar los péndulos como piezas de los relojes. Pero si en el extremo de un péndulo colgamos otro péndulo, el sistema se convierte en caótico. Dependiendo de la energía con la que los impulsemos el sistema evolucionará hacia una serie delirante de movimientos. Esto es lo extraordinario de las leyes del universo, una simple combinación de dos elementos sencillos genera un sistema fascinante. Así, debemos pensar el arte computacional como un espacio singular en el que se dan cita el universo de lo reglado con el de lo inesperado. En el plano estético podríamos decir que programar es un ejercicio de reconciliación de las dos fuerzas: el caos y el cosmos. El ordenador es la máquina que ordena, el lugar donde todo está en su sitio. Todo lo que ocurre en su interior está perfectamente formalizado, es lógica pura. Sin embargo, la complejidad del cálculo, el poder de la combinatoria, de la repetición y la recursión elevan la computación a un lugar que se asemeja más a los complicados procesos naturales que a la calmada iteración secuencial. La belleza de las formas algorítmicas reside en la armonía entre lo orgánico y lo inorgánico, el orden y el desorden.

En los años sesenta, el acceso a los recursos informáticos era algo reservado a unos pocos elegidos; estos dependían, a su vez, de los programadores, que eran aún más escasos, para entenderse con las máquinas, Hoy en día, estamos inmersos en tecnología, participamos activamente en los protocolos de comunicación de las máquinas, somos agentes en un flujo global de información y, para que ésta avance, estamos obligados a seguir ciertas pautas de comportamiento. Podríamos aventurar que nuestra vida se está convirtiendo poco a poco en un inmenso programa. No somos observadores pasivos del universo digital, sino una pieza más de la maquinaria universal. Parece natural tratar aprender la lengua vernácula de la cultura que nos rodea; y la lengua por excelencia de la cultura digital es la programación.

El creador digital contemporáneo se encuentra en una posición privilegiada; tiene frente a sí una tecnología que se extiende irrefrenablemente por el mundo, que ha revolucionado la sociedad y que se establece como eje simbólico de nuestro futuro cultural. La programación se encumbra como la herramienta por excelencia para interactuar íntimamente con este nuevo orden.

Los ecos del movimiento artístico generado alrededor del centro de cálculo todavía laten en la comunidad universitaria. Desgraciadamente son minoritarios, se producen aquí y allá, de manera desordenada, sin el poder magnetizador que tuvieron en su día. Encontramos dispersos a algún profesor de Bellas Artes que juguetea con algoritmos para crear sus imágenes, algún matemático que busca la belleza en los datos, o algún filósofo que utiliza la programación como herramienta para garabatear sus dibujos; pero en general, las artes y las ciencias habitan distintas moradas. Sirva esta exposición entonces para recordarnos la crucial importancia de restablecer una fluidez creativa entre ambas.



Seminario Composición de espacios arquitectónicos. Desde la izquierda, en orden José Miguel de Prada Poolo, alguien no identificado, Irene Fernández Flores, Manuel Barbadillo, Guillermo Searle, José María Bustos y Eduardo Sanz.



La Biblioteca del Centro de Cálculo
1968-1982

Gumersindo Villar García-Moreno

Si el grano de trigo caído en la tierra no muere,
permanece él solo; en cambio si muere,
produce mucho fruto. (Juan 12,24-25)

La Biblioteca del Centro de Cálculo siempre fue una *rara avis*. Incluso cuando todavía no tenía a un bibliotecario permanentemente a su cargo, las fichas catalográficas se escribían con fichas perforadas. Pocas imágenes podrían informar mejor de la naturaleza singularísima y extremada de una biblioteca que osciló entre periodos de semiabandono y de liderazgo en cuanto a experimentación tecnológica, como correspondería a un servicio íntimamente ligado a un centro de investigación e innovación. Creció veloz y decididamente, casi siempre aquejada por el mal de la discontinuidad, lo que no le impidió escribir uno de los capítulos más gloriosos en el campo de la automatización de los servicios bibliotecarios españoles entre los años 1979 y 1982.

En la memoria correspondiente al año 1968-1969, el Centro de Cálculo reconoce ya a la biblioteca una función "imprescindible"[1]. De hecho, en el momento de su inauguración oficial el 7 de mayo de 1969, el CCUM reúne ya una colección de un centenar de títulos que ha ido formando desde sus primeros días. El primer libro ingresado lo hace el 13 de noviembre de 1968. Se trata de *Computation: finite and infinite machines*, de Marvin Lee Minsky, según consta en el libro de registro donde se anotaban las adquisiciones. De la importancia que concede esta institución a su biblioteca también da fe el hecho de que en sus boletines se reserve regularmente una sección donde se relacionan las compras recientes.

Diez años después de su creación, en 1979, la *Nueva guía de las bibliotecas de Madrid* ofrece una descripción del panorama bibliotecario en el que esta biblioteca, si se compara con sus afines, destaca en una segunda posición en lo relativo a fondos, solo detrás de la Universidad Politécnica, y con ventaja respecto al Centro de Cálculo Electrónico del CSIC y el Instituto de Automática Industrial. Esta fuente, que es una de las pocas externas disponibles, describe la Biblioteca del Centro de Cálculo como un centro sin horario fijo por falta de personal, con acceso restringido a los que trabajan en el centro, con catálogo alfabético de autores y materias, con

[1] (1969) Biblioteca. *Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*... 57-58.

ocho puestos de lectura, sin servicio de préstamo ni información bibliográfica y con servicio de reproducción por fotocopia. Los fondos en esos días alcanzan los 1.300 volúmenes y 40 títulos de publicaciones periódicas[2]. Es pues, más que un servicio público, una colección que se desarrolla al ritmo de una comunidad reducida pero muy activa.

Además de las monografías y revistas, se van depositando en la biblioteca las publicaciones producidas en el centro: actas de coloquios, seminarios, catálogos de exposiciones... También sus publicaciones periódicas: un boletín y una memoria. La memoria, de aparición muy irregular y titulada *Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*, comprende cinco fascículos que cubren los años 1968 a julio de 1973. El boletín, de mayor aliento, resulta una publicación fundamental para el estudio de las primeras etapas de la informática en el ámbito académico español. Su primer número aparece en diciembre de 1968 y se publica bajo el título de *Seminarios y Conferencias* hasta junio de 1969 con una periodicidad mensual. Tras una pausa de casi cinco meses reaparece en noviembre de 1969 con una frecuencia menos regular y una nueva cabecera: *Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*, que se mantiene hasta enero de 1974. A partir de diciembre de ese año se denominará *Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad Complutense*. Su último número, el 39, aparecerá en diciembre de 1981. Resulta significativo que en estos años coexistan dos revistas de informática en la misma universidad: el boletín al que nos hemos estado refiriendo y la *Revista de Automática*, publicada desde 1968 por la Asociación Española de Automática y dirigida por José García Santesmases desde la Facultad de Ciencias.

Sin embargo y pese a su singularidad, la Biblioteca del Centro de Cálculo no habría pasado a la historia de la biblioteconomía española si no fuera por el proyecto de automatización bibliotecaria que se pone en marcha en 1979, impulsado por su director, Ernesto García Camarero y el director de la Biblioteca Complutense, Fernando Huarte Morton. El proyecto es pionero, aunque existieran precedentes como el desarrollado por la Universidad Politécnica de Barcelona[3], y ambicioso, pues se

[2] Morales Vallespín, M. I., A. Girón García, E. Santiago Páez y Asociación Nacional de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos y Documentalistas (España). 1979. *Nueva guía de las bibliotecas de Madrid*. Madrid: ANABAD.
[3] García Melero, L. Á. 2012. El proyecto de automatización del catálogo de la Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid (1979-1982). En *Fernando Huarte Morton (1921-2011): libro homenaje*, 135-145. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

propone no solo informatizar el catálogo complutense sino, en última instancia "desarrollar un *software* nacional de bibliotecas", en palabras de Huarte. "Si la Universidad Complutense de Madrid lo desarrollara [...] sería un 'hecho' de prestigio que de alguna forma podría rentabilizar la Universidad"[4].

En el proyecto participa también Luis Ángel García Melero, asignado a la Biblioteca del Centro de Cálculo, y otros informáticos y bibliotecarios. El sistema resultante es descrito por Luis Bengoechea en un artículo aparecido en el *Boletín*[5]. Por supuesto, todavía no se trata de la elaboración de un catálogo en línea que hoy nos parece la herramienta de consulta más natural, sino de un sistema de introducción de descripciones bibliográficas en formato Ibermarc para la posterior impresión de registros y fichas catalográficas e intercambio en cintas magnéticas. Se utiliza un miniordenador Optimist/80. Así describe Bengoechea el funcionamiento: "Los registros Ibermarc son mantenidos en un fichero en diskette, identificándose por un número correlativo para cada catalogador y centro catalogador [...]. En cada diskette pueden almacenarse alrededor de 300 registros". En la primavera de 1981 el sistema ya estaba operativo en la Biblioteca del Centro de Cálculo y en la de la Facultad de Psicología.

Sin embargo, el objetivo de producir un *software* de bibliotecas no llega a alcanzarse ni a consolidarse. El proyecto se queda enseguida en punto muerto, primero por falta de financiación, y más tarde se abandona irreversiblemente con los cambios que se verifican en la dirección del Centro de Cálculo y el equipo rectoral, quienes orientan el Centro hacia una informática menos experimental y más instrumental, volcada a dar servicio a los procesos propios de una universidad. De hecho, el primer programa de gestión bibliotecaria no se comprará en la Universidad Complutense hasta 1991.

Pese a todo, ese trabajo no fue en vano. La investigación, experimentación y colaboración llevadas a cabo por García Camarero y García Melero también se concretarán en el Seminario sobre Automatización de Servicios Bibliotecarios[6] que se celebra en el Centro de Cálculo del 6 al 8 de octubre de 1982, con la participación

[4] [1982?] Carta que el director de la Biblioteca Complutense dirige al Vicerrector de Extensión Cultural. UCM. Biblioteca General. Dirección Centros 1976-1986. Caja 5.
[5] Bengoechea, L. (1981) "Un sistema de ayuda a la catalogación bibliográfica en formato Ibermarc". *Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad Complutense*, 42-55.
[6] España: Ministerio de Cultura y Universidad Complutense de Madrid. 1982. *Seminario sobre Automatización de Servicios Bibliotecarios: Madrid, 6-8 de octubre*. Madrid: Ministerio de Cultura.

del Ministerio de Cultura. Esta reunión fue el germen de las futuras Jornadas Españolas de Documentación Automatizada.

Por otra parte, ese *logical* español[7] (dicho con terminología de la época) terminaría por ver la luz en otro lugar. Aunque llevaran la impronta del INI o de la Biblioteca Nacional, los programas SABINI y SABINA, implantados en las bibliotecas de esos organismos, tienen una filiación necesariamente complutense. Fueron concebidos por los mismos autores, García Camarero y García Melero, que trabajaron en ese sistema que aquí recordamos y que nunca tuvo denominación.

Esos dos apellidos, también en cierto modo, quedaron unidos para el futuro y sus carreras se vieron determinadas por los experimentos realizados bajo el techo del edificio de Miguel Fisac. En 1999 firmarían juntos *Automatización de bibliotecas*[8] y en 2001 *La biblioteca digital*[9], considerados hoy dos manuales clásicos de la biblioteconomía española. Cuando abandonan el Centro de Cálculo, su biblioteca cuenta con aproximadamente 2.000 monografías, 77 revistas y un pasado heroico.

La Biblioteca continúa tras estos acontecimientos. Cristina Gállego Rubio hace una exposición detallada de su historia, que está llena, a partir de este momento, de vicisitudes y postrimerías[10].

El último apunte en su libro de registro data del 15 de julio de 1993 y corresponde al título *Windows 3.1 a su alcance*, de Tom Sheldon. Pocos días después, la bibliotecaria que se ocupaba de este centro, María José García Záforas, muere en un trágico accidente de tráfico. La Biblioteca se cierra definitivamente y años después se desmantela y empaquetan sus fondos que permanecen ocho largos años cerrados en cajas.

Pero esta historia tiene un final feliz. En los últimos días del invierno de 2003 las cajas abandonadas llegan a un nuevo destino: la Biblioteca de la Facultad de Informática, que acaba de instalarse en un edificio recientemente construido en los límites de la Ciudad Universitaria de Moncloa. Allí se hace el desembalaje y lo que sale de

[7] García Melero, L. Á. 1984. SABINI: Sistema de organización automatizada de bibliotecas. En *Jornadas Españolas de Documentación Automatizada (1. 1984. Madrid)*, 291-303. Madrid: ICYT.

[8] García Melero, L. Á. y García Camarero, E. 1999. *Automatización de bibliotecas*. Madrid: Arco/Libros.

[9] García Camarero, E. y García Melero, L. Á. 2001. *La biblioteca digital*. Madrid: Arco/Libros.

[10] Gállego Rubio, M. C. 2007. Otras bibliotecas. En *Historia de la Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid*, 519-532. Madrid: Editorial Complutense.

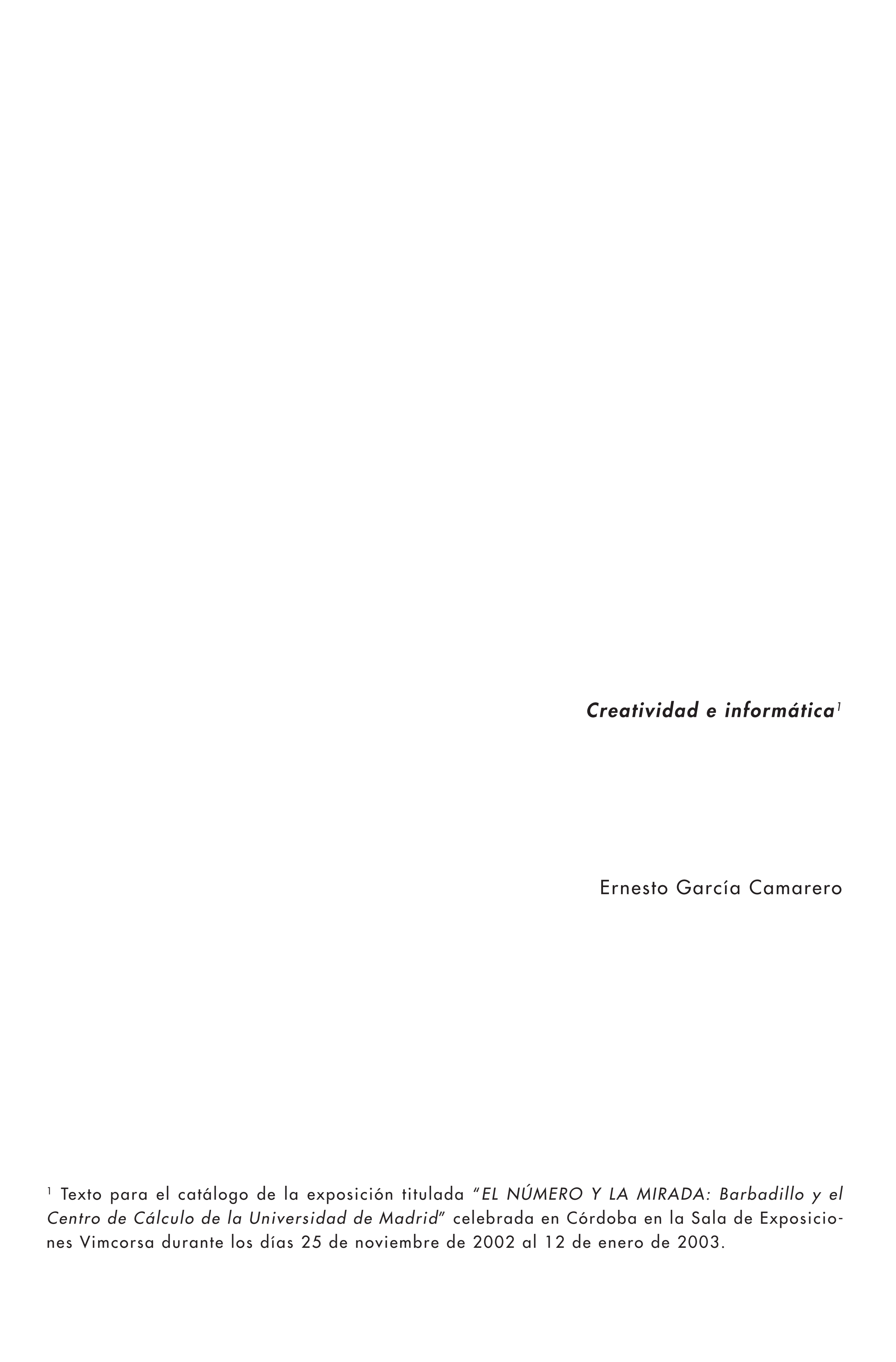
los cartones ocupa en un primer momento todas las mesas y superficies disponibles de la planta tercera, que tiene que ser cerrada durante un corto periodo. A partir de entonces, la incorporación de esos fondos a la Biblioteca de Informática se considerará una labor prioritaria.

A día de hoy toda la colección procedente de la extinta Biblioteca del Centro de Cálculo se encuentra catalogada, procesada y accesible al público. Las monografías y revistas se muestran en vitrinas acristaladas en las instalaciones de la Biblioteca. Los folletos, prospectos, papeles de IBM y manuscritos mecanografiados fueron debidamente catalogados y almacenados en el depósito, pues en su mayoría nunca habían recibido tratamiento documental. Se limpió, reintegró y cosió mucho material.

El *Boletín* se vació en Compludoc (ahora se trasladará a Dialnet) de forma que todos sus artículos puedan ser recuperados individualmente. En el verano de 2011 la integridad de sus fascículos fueron digitalizados. Han sido horas y espacio consumido. Pero esta exposición y nuestra participación en ella demuestran que el esfuerzo ha merecido la pena.



Salón de actos del CCUM. De izquierda a derecha, entre otros: Ernesto García Camarero, Tomás García Asensio, Guillermo Searle, José María Yturralde, Manuel Barbadillo, Mario Fernández Barberá, Lugán y Eduardo Sanz



Creatividad e informática[1]

Ernesto García Camarero

[1] Texto para el catálogo de la exposición titulada *"EL NÚMERO Y LA MIRADA: Barbadillo y el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid"* celebrada en Córdoba en la Sala de Exposiciones Vimcorsa durante los días 25 de noviembre de 2002 al 12 de enero de 2003.

1. Introducción

Han pasado más de treinta años desde que iniciamos las experiencias en el Centro de Calculo de la Universidad de Madrid (CCUM) sobre creatividad e informática. Hay que recordar que los años sesenta fueron años de libertad, de esperanza por una sociedad mejor, años en los que el crecimiento del bienestar material daba paso a propuestas inmateriales, espirituales... Eran años también en los que la tecnología parecía estar al servicio del desarrollo de todos los pueblos, de todas las personas. Eso era lo que algunos creíamos y por los que algunos trabajábamos, para poner la ciencia y la técnica al servicio del hombre, y evitar que se implantara la otra tendencia de poner la técnica al servicio de nuevas sumisiones. No es que nuestra ingenuidad nos llevase a no percibir los peligros de la tecnología usada en este último sentido, sino que era precisamente la percepción de esa posibilidad la que nos conducía a pretender, con nuestro, trabajo contribuir a mostrar que la tecnología podía (e incluso necesariamente debía) ponerse al servicio del bienestar de todos, tanto material como espiritualmente.

Han pasado más de treinta años. Hoy vivimos la era llamada de la globalización, del neoliberalismo, en el que la tecnología está llevando a grandes contradicciones que posiblemente conduzcan a grandes catástrofes. Por ejemplo, lejos de conseguir con las nuevas tecnologías el bienestar de todos, se está consiguiendo que la gran mayoría de la humanidad viva en la miseria, que los países llamados ricos tengan los pies de barro de un desempleo en aumento (desempleo que no es bendición como debiera, sino maldición), que los pueblos en su desesperación se vean obligados a realizar grandes emigraciones, que la ciencia se supedite a la búsqueda del aumento de beneficios de las grandes empresas, más que resolver directamente los problemas de salud, de hambre, de urbanización que tiene la humanidad.

¿Qué tiene que ver todo esto con la actividad de creatividad desarrollada en el CCUM hace mas de treinta años? Tiene mucho que ver, porque se enraíza en el origen de las dos tendencias potenciales de utilización de las nuevas tecnologías: una al servicio de la libertad, del arte, de la autonomía personal y social, de la paz; y otra al servicio del beneficio solo de algunos, de la dependencia, de la guerra. Nuestro trabajo se inscribía en la primera tendencia, en la intención de poner la tecnología al alcance de todos, en hacer accesible la creatividad a una gran mayoría, en sacar la tecnología de los sagrados templos de los iniciados para colocarla en la calle para beneficio de todos.

Para nosotros era claro que las nuevas tecnologías de la información terminarían por reemplazar al hombre en sus tareas de controlar a las maquinas, de la misma forma que la máquina de vapor y los motores había terminado con la necesidad de aportar su esfuerzo físico, liberándolo de aportar su energía en las tareas productivas. De forma que, si el hombre quedaba liberado de aportar directamente su fuerza y su conocimiento en las labores productivas, su actividad debería orientarse necesariamente hacia tareas creativas. Tareas estas que, en principio, son las genuinas del hombre pero en las que también puede colaborar eficazmente la máquina con sus posibilidades de comunicación y de realización de tareas repetitivas y mecánicas. La búsqueda de las aplicaciones informáticas en apoyo de la creatividad era el objetivo principal de los seminarios que se desarrollaron en el CCUM.

Han pasado más de treinta años. Ahora todo el mundo es consciente de lo que entonces solo algunos intuíamos: el enorme impacto de la informática en la producción, en las relaciones laborales, en la propia estructura de la economía mundial. Ahora ya todo el mundo puede observar cómo la informática ha desplazado y está desplazando de sus empleos automatizables a cientos de miles de trabajadores, cómo las nuevas generaciones no tienen ya un puesto de trabajo asegurado. También ahora todo el mundo puede ver que lo que actualmente se necesita es encontrar, inventar, diseñar las soluciones para que todos podamos vivir en un nuevo mundo en el que la superabundancia existente no sea despilfarrada por unos y pueda llegar a todos, quienes, liberados de la miseria, puedan colaborar en la inmensa tarea común de la creatividad científica, artística y cultural puesta al servicio del establecimiento de vínculos de amistad y cooperación entre todos los miembros de la Humanidad, para hacerla salir definitivamente de la Era Neolítica de escasez, donde el fin era la lucha por la supervivencia material, para entrar en una nueva Era de abundancia en la que la Bondad, la Belleza y la Verdad sean los fines y estímulos de su desarrollo espiritual.

En este marco general es en el que debe situarse el origen e intencionalidad de los Seminarios del CCUM. Este era el espíritu que animaba a la promoción y a la búsqueda de herramientas que facilitasen las tareas creativas a todo el mundo, y que permitiesen participar y disfrutar de los bienes inmateriales (culturales y artísticos) que las nuevas tecnologías de información permitían crear y difundir universalmente.

Cuando la Caja San Fernando me propuso que colaborara con la exposición que estaba preparando sobre el pintor Manuel Barbadillo, al que siempre tuve gran afecto y admiración, con un trabajo en el que se trataran las relaciones entre arte e informática, tanto desde el punto de vista general, como desde las intenciones y objetivos del, entonces recién creado, CCUM, acepté gustoso la invitación que cumpliremos con el presente texto, en el que se recogen ideas de otros míos anteriores, que dividido en los puntos siguientes: naturaleza, cultura, lenguaje, creatividad; el ordenador herramienta de creación; los seminarios del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid; Barbadillo.

2. Naturaleza, cultura, lenguaje, creatividad. Sensaciones e ideas

Para entender el fenómeno de la creatividad[2] e intentar abordar algunos de los problemas que esta sutil actividad plantea, es necesario situarla dentro del marco de lo que se entiende por Cultura, en contraposición de lo que se entiende por Naturaleza, es decir, tener presente la habitual dicotomía entre mundo exterior y mundo interior, entre mundo natural y mundo espiritual, entre historia natural e historia social.

Para ver la génesis de la Cultura a partir de la Naturaleza, debemos observar que los objetos naturales son siempre únicos, singulares, irrepetibles; la noticia que de ellos tienen los seres vivos la obtienen por medio de los sentidos. Luces, ruidos y sonidos, texturas y densidades, calidez, humedad, acidez, un sinfín de múltiples maneras de información que se presentan al ser vivo de manera caótica y desordenada; son los estímulos a los que se debe reaccionar para adaptarse al medio y sobrevivir. Los animales evolucionados y especialmente el hombre, poseen unos sentidos que, en cierto modo, clasifican y filtran esas percepciones, alcanzando así mayor agilidad para adaptarse al mundo que les rodea, a su entorno, a su hábitat. En su cerebro se forman representaciones, como meras imágenes de algunos aspectos de los objetos únicos y singulares de la Naturaleza. El cerebro humano tiene la capacidad de asociar por semejanza, o discriminar por diferencia, las imágenes de los objetos representados en él; así como encontrar analogías que permitan vincularlos. Es decir tiene la capacidad de clasificar y de relacionar imágenes; y a partir de esta facultad

[2] Véase Ernesto Gracia Camarero (en lo sucesivo EGC) "La Informática y la Creatividad", publicado en *Informática y enseñanza de Humanidades*, Instituto Juan de Valdés, Cuenca, 1985, pp.101-114.

la de crear objetos abstractos no existentes en la Naturaleza de la percepción sensorial. Hacemos esta distinción porque el mundo de las ideas, al radicar en el cerebro de las personas, está por tanto también en la Naturaleza, pero las ideas no pueden ser percibidas por los sentidos.

Además, el hombre tiene una cualidad que le diferencia del resto de los animales: su capacidad lingüística. Merced al lenguaje se pueden proyectar las ideas, es decir, se puede tener percepción sensorial de la representación lingüística de las ideas de otro. Esta facultad complica mucho las cosas ya que, con ella, el hombre puede percibir por los sentidos la información que vienen de los objetos del mundo natural y también a través de la proyección facilitada por el lenguaje, puede percibir las ideas del mundo interior, espiritual o de las ideas y percepciones de otro individuo. Esta complejidad le da al hombre la gran capacidad de poder representar en su cerebro, no solo la información obtenida de los objetos por percepción sensorial propia, sino también de la ajena comunicada a través del habla. La capacidad de formar frases nuevas mediante el habla es la primera capacidad creativa del hombre.

Así el hombre no solo es capaz de percibir, representar, abstraer y relacionar las imágenes de los objetos observados personalmente, sino también compartir esto con otros hombres a través de la información, elaborada y transmitida por el lenguaje, construyendo así la relación social y la cultura social, como el corpus de representaciones e ideas organizadas, compartidas por un grupo humano y formado a través de tiempos más o menos largos según las circunstancias. Aparece así una información cultural alojada en el cerebro humano bien diferenciada de la información genética grabada en el ADN.

Obviamente no es este el lugar para desarrollarlo, pero indicaremos al menos que las teorías científicas son organizaciones de las ideas que permiten predecir percepciones. Su capacidad de predicción, también llamado grado de veracidad de la teoría, es mayor si utilizando la capacidad de proyección humana, no solo lingüística sino también objetual, es capaz de experimentar sus ideas. También diremos que, las teorías científicas se construyen por reflexión, esto es, por observación no sensorial de las ideas construidas, y que la formalización (es decir, la creación de símbolos, de estructuras y mecanismos que sistematizan la elaboración de las ideas puras no provenientes de la percepción sensorial) juega también un papel importante en el desarrollo de las construcciones mentales científicas. Pero no son solo las ideas científicas las que tienen representación en el cerebro humano, en él también quedan grabadas

sensaciones que podemos llamar estéticas y morales. Propiamente no deberíamos decir en este caso sensaciones, puesto que no provienen solo de los sentidos, sino también de la observación interior de los llamados estados de ánimo que, posiblemente, sean información interna que nuestro organismo trasmite a la mente. Estas construcciones reflexivas, de índole distinta a las científicas, también se proyectan mediante el lenguaje o mediante la creación objetual a través de la obra artística.

Creatividad

A la actividad mediante la que se construyen nuevas ideas de forma reflexiva y se comunican mediante símbolos es lo que habitualmente se llama creatividad; actividad considerada hasta ahora no solo como propiamente humana, sino como la característica esencial definitoria del hombre, de forma que solo el hombre es capaz de crear nuevas ideas que, según sean, se aplican a facilitar las actividades y relaciones sociales, o a construir instrumentos u objetos materiales.

Suelen presentarse como dos grandes vertientes distintas las que conducen a la creatividad científica y la creatividad artística, respectivamente, aunque en ambos casos los procesos de creación son muy semejantes. Sin embargo, las diferencias provienen más de las modalidades del método empleado y del campo de aplicación que de su naturaleza.

Lo que sí puede clasificarse en dos categorías, distintas y complementarias, son las dos formas más comunes de creatividad: la heurística y la algorítmica. Las primeras tentativas de abordar el problema de la creatividad de una forma sistemática han sido identificadas por la palabra heurística. Su metodología se perfila poco a poco entorno a los conceptos de analogía, generalización, contradicción, etc., así como el azar, las libres asociaciones, el planteo global de situaciones complejas. Este es el tipo de creación considerado más propiamente humano, se coloca en los entresijos del cerebro todavía no conocidos e incluso inabordables.

La algorítmica[3] consiste en la posibilidad de controlar los procesos y de resolver los problemas mediante un conjunto finito de reglas, bien determinadas y simples, de

[3] Ver EGC *Informática y Matemáticas*, conferencia pronunciada en el Ateneo de Madrid el 11 de diciembre de 2000, de próxima aparición en *El Ateneo, revista científica, literaria y artística*.

forma que, aplicadas con precisión en un orden determinado sobre unos datos o unos materiales, nos darán los resultados.

Un algoritmo es, pues, un método para construir objetos o para resolver determinadas familias de problemas, que consiste en un conjunto reducido de reglas sencillas y bien definidas, que aplicadas sobre los materiales o sobre los parámetros que determinan el problema, nos dan de forma segura su solución. Esta transformación de un problema en una sucesión ordenada de microproblemas semitriviales, facilita la obtención de los resultados, ya que las reglas pueden ser aplicadas incluso por personas que no estén especialmente dotadas y también, lo que es muy importante para nuestro tema, por máquinas.

La contradicción que se opone entre algoritmia y heurística se manifiesta especialmente por la imposibilidad de construir un algoritmo general capaz de encontrar el algoritmo específico que resuelva cualquier situación dada. Esto nos indica que el campo propio a la creatividad heurística no esta vacío, que esta separado por una frontera imprecisa del campo en el que es posible resolver una situación mediante la aplicación de un algoritmo. El método heurístico fomenta en el hombre hábitos creativos, que sirven en ciertas circunstancias para la producción de nuevos descubrimientos.

Tanto en la creación científica, como en la artística, siempre se emplearon ambas formas de creatividad. Lo que hizo a la ciencia avanzar con rapidez fue el gran descubrimiento del álgebra, es decir, de la ciencia que busca algoritmos para solución de familias de problemas. El encontrar reglas, es decir algoritmos, que ayuden a la creatividad científica es un problema que ha preocupado al hombre a lo largo de la historia (recuérdese, por ejemplo, la búsqueda de recetas mágicas). Particularmente durante el siglo XIX condujo a la construcción de la Lógica Formal, es decir, a la búsqueda de una teoría que permitiera construir algoritmos cuyos resultados sean los algoritmos que resuelvan conjuntos de problemas. El éxito de Boole con su descubrimiento que denominó, con evidente ambición, Leyes del Pensamiento, quedó oscurecido al verificarse que las leyes encontradas eran mucho más particulares y menos potentes de lo pretendido, pero hizo que se insistiese en la búsqueda de leyes generales por el camino formal de la nueva lógica. Frege, Russell, Whitehead, Hilbert... mucho construyeron, pero no solo los limitadores teoremas de Gödel y Church pusieron fronteras a estos intentos, sino también la falta de criterios formales para diferenciar entre la maraña de posibles teoremas formalmente verdaderos, aquellos de relativa importancia en relación con los problemas que en cada época tiene plan-

teada la humanidad, hicieron que la unidad ciencia-historia sea un motor esencial para la creación científica que escapa a la formalización.

La situación en la creación artística es diferente, pero no porque su naturaleza responda a reglas de índole distinta que la científica, sino porque hasta el presente la intervención de procedimientos sistemáticos para la construcción de obras plásticas ha sido muy escasa. Con ello, no negamos que el artista plástico utilice ciertas reglas de composición y cromáticas cuando realiza su obra, y que ya desde la antigüedad se hayan establecido formas canónicas para la creación artística, sino solo decimos que el empleo de estos cánones siempre van rodeados de los vagos conceptos de imaginación, intuición y emoción.

El nuevo planteamiento significa un intento de aproximación de la creatividad artística al método científico, con la hipótesis de que, si las explicaciones del fenómeno artístico eran hasta ahora vagas e inexactas, se debía a que fueran desconocidas las leyes que lo regulaban, no a que no existiesen; como había acontecido con los fenómenos físicos antes de aplicarse el método encontrado por Galileo. Se abría, con ello, la ambiciosa posibilidad de echar las bases para una ciencia del diseño[4], en la que se aprovechase toda la experiencia de los procedimientos artesanales y empíricos, siguiendo el camino que han seguido todas las ciencias al pasar de su fase precientífica a sus fases teórica y aplicada.

El lenguaje

Tanto en la heurística como en la algorítmica, o en cualquier otro procedimiento creativo, interviene siempre, como factor esencial, el lenguaje. Como ya hemos dicho, el propio lenguaje, cualquier lenguaje, es en sí mismo un procedimiento creativo. Por eso, los estudios lingüísticos y los modelos lingüísticos pueden tomarse como base para la construcción de otros tipos de modelos creativos, ya que son muchas las analogías que pueden encontrarse entre todos ellos[5].

[4] Ver EGC, *Computer Art*, publicado en las pp. 127-178 del libro colectivo *La Scienza e l'Arte. Nuove metodologie di ricerca scientifica sui fenomini artistici, a cura di Ugo Volli con i contribiti di Brigid Rauen, Kurd.*
Asleben, Umberto Eco, Ernesto Garcia Camarero, Xavier Rubert de Ventos. Milan, 1972 Gabriele Mazzotta Editore. Ver también EGC *Ordenador y Diseño*, publicado en *Documentos de Comunicación Visual*, nº. 3, pp 6-11, Industrias Gráficas F. Casamajó, Barcelona
[5] Ver EGC L'ordinateur peut'il creer une ouvre d'art?, publicado en IBM Informatique, nº. 1, pp. 3-9, París. (1972)

La dicotomía semántica-sintaxis tiene su interpretación en cualquier tipo de creatividad. En efecto, en la creación de cualquier obra se parte de un universo de significados, a partir de los cuales se quiere construir y transmitir nuevos significados. Las estructuras orgánicas de estos significados y las reglas de elaboración de los mismos constituyen la semántica de la actividad creativa de una ciencia o de un arte particular. Por otra parte, las ideas sintácticas relativas al alfabeto, vocabulario, así como a las reglas mediante las que se construyen frases y textos correctos, también pueden extenderse a cualquier proceso creativo. Sin olvidar, naturalmente, la vinculación entre un significado creado y la generación de la frase o texto que debe expresarlo.

En los lenguajes adecuados a la creación plástica se presentan algunas novedades con respecto a los lenguajes derivados del habla. La novedad principal es que, mientras el habla o la música, son unidimensionales –en el sentido de que se expresan en el tiempo– las obras plásticas se expresan en el espacio (en la pintura dos dimensiones, en la escultura, arquitectura o cine, tres dimensiones). De forma que, si bien la semántica puede ser la misma, las gramáticas unidimensionales que regulan las frases o los textos correctos en la lengua, serán gramáticas bidimensionales en la pintura y tridimensionales en escultura, arquitectura y cinematografía.

Cuestión esta de la multidimensionalidad que entraña no pocas dificultades formales.

3. El ordenador herramienta de creación

En los años 60 estabamos comenzando a vivir entre máquinas: junto a la Naturaleza, aparecía la Artificialidad como otro ámbito de cotidianidad. Después del éxito de la máquina en la realización eficaz y rápida de las tareas productivas que ya habían sido anteriormente sistematizadas y codificadas con precisión, se presentaba entonces con pujanza la cuestión de qué papel desempeñaría la máquina en la tarea mucho más delicada que comúnmente se denomina creatividad[6].

Era patente que el conocimiento, digamos mejor la información, ya no necesitaba como depositario imprescindible al hombre. La información podía generarse, alma-

[6] Idem id.

cenarse en dispositivos físicos, exteriores a él, difundirse, elaborarse, etc., sin su participación directa.

Esto planteaba la cuestión del papel que podía jugar la computadora en la mucho mas delicada tarea que consiste en la producción de algoritmos y en la búsqueda de las reglas que definen tales procesos. En breve, plantear la pregunta ¿puede una computadora ser creativa?

En los métodos tradicionales de creación artística existen un gran numero de procedimientos mecánicos, y de hábitos, que dificultan la libertad de creación para quienes no hayan adquirido previamente tales destrezas. Sobre este punto preciso, el ordenador se convierte en un instrumento precioso, en un auxiliar de los procesos creativos. Con la difusión de las nuevas posibilidades técnicas para la realización de la obra de arte y los nuevos métodos sistemáticos y lógicas para ayudar a su diseño, pensábamos que se podía conseguir que cada vez más personas participasen en la creación de obras artísticas lográndose un tránsito de la pasividad de la simple contemplación artística a la actividad que induce a la creación.

En esta encrucijada, ¿qué papel juega el ordenador respecto a la creatividad? Primero, una gran capacidad de memoria, le permite almacenar gran cantidad de información como repertorios o catálogos de formas, de materiales o de frases, con sus características, y de las relaciones de unos con otros. También su gran velocidad de calculo le permite ensayar miles de posibles soluciones mediante programas de ordenador construidas con tal finalidad. Por otra parte, la capacidad conversacional entre el hombre y la máquina, permite controlar estrechamente la marcha de los procedimientos, intervenir con modificaciones en el momento en que sea necesario y resolver las ambigüedades no deseadas en cuanto se detecten. Por último, la existencia de gran variedad de dispositivos gráficos y sonoros, permiten manejar la materia, ampliando así la aplicabilidad de los ordenadores a la ejecución material de obras pictóricos y musicales.

Estas características no describen totalmente toda la potencialidad de un ordenador, y solo son algunos aspectos importantes. El ordenador no solo es una potente herramienta al servicio de la creatividad, sino también es un método. Lo esencial, como método, es su imperiosa necesidad de objetividad, claridad y precisión en los enunciados y en las reglas, características que son propias del método científico. El ordenador también es capaz de utilizar la metodología heurística (sustituyendo lo aleatorio por lo pseudoaleatorio, la idea feliz por la conversacionalidad, la coinci-

dencia con la combinatoria) y posibilita tratar el azar y construir modelos usando las teorías de juegos, de autómatas, de aprendizaje...

Resumiendo, la utilidad del ordenador en este proceso podía concretarse en ser un eficaz simulador visual, un medio para desarrollar la habilidad cognoscitiva, una herramienta imprescindible para la exploración de la estructura de problemas complejos, y un medio que permita a los no profesionales realizar sus propios diseños.

El incremento de la potencialidad de la nueva tecnología significaba que el ordenador, no solo se aplicase a la elaboración de la información, sino también a su distribución. El desarrollo de las comunicaciones y las redes de ordenadores, la facilidad y sencillez del uso de terminales de coste reducido, incidiría en la estructura de la distribución de la información, para romper la asimetría de los actuales sistemas y evitar, con esta ruptura, que continúe la manipulación cultural a que está sometido el individuo sumergido en los sistemas contemporáneos. Las nuevas estructuras de difusión incidirán también en la creatividad.

A pesar de tener en cuenta la potencialidad de instrumento y método que nos ofrece el ordenador, estábamos y estamos convencidos de que la presencia del hombre en el mas alto grado de la tarea creativa es actualmente irremplazable. Pero precisamente, gracias a la ayuda eficaz de la nueva tecnología, la participación del hombre en la reacción no disminuirá, sino que por el contrario, esta llegando a un punto inicial en el que su capacidad creadora estará liberada de las tareas engorrosas de los procedimientos y de la servidumbre que ello implica.

El ordenador ha permitido que se forme la llamada metáfora informática, es decir, tomar al ordenador como modelo de ciertos comportamientos humanos. Pues, aunque hay que huir, por mitificadoras, de las ideas antropomórficas del ordenador, no cabe duda de que algunas de sus funciones pueden considerarse como análogas de otras realizadas por el hombre. Por ejemplo, la capacidad de captar información del exterior mediante sensores, y su transformación en signos abstractos; la capacidad de almacenar, de memorizar, estos signos; la capacidad de elaborar la información captada y almacenada; la capacidad de emitir signos abstractos y formas concretas. Todas estas funciones tienen sus equivalentes en la persona, aunque en este caso no conozcamos siempre su estructura y naturaleza.

Estas analogías hacen que se tome a la informática y al ordenador como una prótesis del hombre, como un amplificador de su mente, pero nunca como un sustituto,

pues la capacidad creativa del hombre no puede alojarse en el ordenador. Por eso las analogías que antes presentábamos solo nos conducen a considerar la informática como una metáfora.

En cualquier caso, el empleo del ordenador en la creación artística tuvo gran auge al final de los años sesenta y comienzo de los setenta, pero no alcanzó los niveles que se esperaban, y esto ocurrió así porque el empleo del ordenador en el arte era prematuro en aquella época, y mucha gente creía que la magia del ordenador iba, sin más, a transcender a sus obras.

Lo que importaba era objetivar el proceso de diseño. Descubrir qué es lo que hace el diseñador en su actividad. Que las reglas que se aprenden intuitivamente ante un maestro, puedan ser claramente descritas, para que el ordenador pueda ser un fiel colaborador, un gran instrumento.

4. Los seminarios del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid

El Centro de Cálculo

La Universidad Complutense, a finales de los años sesenta y comienzos de los setenta, era uno de los focos mundiales de innovación y de actividad en la búsqueda de procedimientos automáticos al servicio de la creación artística, y tuvo en su momento una amplia repercusión internacional. Esta actividad se desarrolló en el CCUM, que se crea formalmente en 1966, como resultado de un acuerdo entre la Universidad, que no había tomado aún el nombre de Complutense, e IBM.

Se establece como un centro de innovación informática, cuya actividad se orientaría a atender las necesidades de cálculo que precisaran las tareas docentes y de investigación, y se excluía de forma expresa toda aplicación rutinaria. En estos años, la informática todavía no había alcanzado gran difusión en nuestro país; era la banca el principal usuario de ordenadores, y comenzaban a introducirse estos en el gran comercio y la industria. En la Universidad, existían algunos laboratorios de cálculo, dotados con pequeños ordenadores, asociados a cátedras vinculadas principalmente con la matemática aplicada a la ingeniería.

Por eso, cuando se iniciaron las actividades del CCUM, una de las tareas esenciales fue encontrar y dar a conocer campos de actividad del ordenador, (baluarte de las nuevas tecnologías) que no fueran solo los que se desprendían de considerar a este

nuevo instrumento como una máquina aritmética o matemática, heredera del ábaco chino, del Aritmómetro de Pascal, o de las calculadoras de Leibniz y Odnher. Era preciso mostrar a los ordenadores como máquinas lógicas, como máquinas inteligentes que podían colaborar en un sinfín de dominios que hasta entonces no se había imaginado. Era importante dejar patente que, lo esencial del ordenador era la información como soporte de conocimiento; hacer ver que la máquina podía sustituir al hombre en los procesos de control y ahorrarle la fatiga del trabajo mental repetitivo y mecánico, colaborando también en las tareas de creatividad. Todas estas características de la máquina anunciaban un cambio esencial en la actividad humana, prefigurándose como su rasgo esencial la creatividad, la inventiva, ya que para la ejecución de los procedimientos inventados se tenía al eficaz auxiliar que se encerraba en los nuevos templos que representaban los Centros de Cálculo.

El impacto que el ordenador representa en la actividad humana no significa solo la aparición de una potente herramienta, sino que también actúa sobre el método de abordar los problemas, originando una mutación intelectual sin precedentes, que va tomando nuevas formas y denominándose como inteligencia artificial, ingeniería del conocimiento, etc. y haciendo surgir todo un nuevo sector de la actividad económica que empezó denominándose *cuaternario* y ahora recibe varios nombres relacionados con el conocimiento (gestión o ingeniería del conocimiento, capital intelectual...)

Los que impulsábamos las actividades del CCUM habíamos percibido, pues, que estábamos ante un amplificador de la mente, y sentíamos la necesidad de entrar en el meollo de la informática, de llegar al límite de la *terra incognita* en el que se situaba una ciencia de tan reciente aparición, y nos animaba también a hacer ver que la actividad del informático no consistía en comportarse como un periférico del ordenador, con su cerebro programado para usar los programas y las máquinas que venían de fuera, sino en colaborar en la creación de nuevo pensamiento, de nuevos métodos, en suma, de mostrar que su actividad debía ser esencialmente creativa.

Estas ideas estaban detrás de las múltiples actividades que se desarrollaron durante los años en que existió el CCUM (desaparecido a principios de los años 80): cursos internacionales, congresos, conferencias, publicaciones y seminarios. Actividades que siempre se consideraron heterodoxas en un Centro de Cálculo, que en general se pensaba debía ser más una fábrica de números que lugar de creación.

Los Seminarios del CCUM

Para abordar este nuevo tipo de problemas se desarrollaron en el CCUM numerosas actividades de apoyo a la investigación, de docencia y de investigación propia. En particular, se desarrollaron una serie de seminarios sobre diversos temas entre los que citaremos, con referencia al que aquí principalmente nos interesa, el dedicado a la generación automática de formas plásticas, junto a otros dos que estaban íntimamente vinculados (aunque tenían objetivos distintos y bien diferenciados) dedicados a diseño arquitectónico y a lingüística matemática.

En estos seminarios se abordaba, por una parte, el estudio de la forma de interrelación entre arte y ciencia, y, por otra, los mecanismos productivos que ayudaran a crear obras de arte. Estos seminarios, que se reunieron quincenalmente durante tres o cuatro años en los estimulantes locales del CCUM (en el edificio construido expresamente por Fisac para albergar a la computadora y a la actividad anexa y decorado cuidadosamente por Mario Fernández Barberá), tenían un carácter interdisciplinar y participaban en ellos, de forma libre, sin jerarquías ni reglamentos (único ámbito donde las ideas pueden nacer y la creatividad desarrollarse) todas las personas que pudieran aportar sus conocimientos y esfuerzo para adentrarse en el territorio de cada tema estudiado. Los resultados de los diversos seminarios se recogieron en el *Boletín del Centro de Calculo de la Universidad de Madrid* y en otras publicaciones del mismo Centro de Cálculo, aparte de las aparecidas en actas de congresos y diversas revistas nacionales e internacionales.

Entre los tres seminarios que mencionamos expresamente más arriba, existía un aspecto común notable: la búsqueda de un lenguaje para transmitir determinados tipos de conocimiento. En el primero (generación automática de formas plásticas) para transmitir mensajes plásticos a través de obras principalmente pictóricas; en el segundo, para transmitir mensajes con información arquitectónica, o más precisamente, para descubrir objetivamente determinados espacios arquitectónicos y ayudar al diseño usando un lenguaje específico preciso; y en el seminario propiamente lingüístico estudiar de manera objetiva y sistemática los procesos del lenguaje, y encontrar expresiones formales adecuadas para cada tipo de universo, tanto sintácticas como semánticas. El trabajo desarrollado en cada uno de estos seminarios iluminó el camino de los otros.

El "Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas".

El "Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas"(SGAFP) se creó en una reunión celebrada en los locales del Centro de Cálculo el día 18 de diciembre de 1968 a las 13 horas con la asistencia de las siguientes personas: de Málaga, M. Barbadillo; de Madrid, F. Alvarez Cienfuegos, M. de las Casas Gómez, M. Fernández Barberá, I. Fernández Flórez, E. García Camarero, A. García Quijada, A. Martín, J. Montero, I. Ramos, G. Searle, J. Seguí, R. Sempere, S. Sevilla Portillo; de Valencia, V. Aguilera Cerni, J. M. López Yturralde. Para situar el espíritu de la reunión y ver la importancia que tuvo Barbadillo en la creación de este seminario, transcribimos la reseña que se incluye en el primer número del *Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*:

> "En la reunión, García Camarero, tras exponer la marcha que se estaba llevando a cabo en otros Seminarios y cuáles eran los objetivos generales que se pretendían alcanzar con los mismos, indicó que la idea para la creación de este Seminario, surgió como consecuencia de la memoria presentada por el pintor Manuel Barbadillo, solicitando una de las becas para trabajos monográficos convocados por el CCUM en abril de 1968. En dicha memoria manifestaba su creencia de que el ordenador podría colaborar en la solución de alguno de los problemas con que se enfrentaba la investigación plástica actual, conceptos que desarrolló en el coloquio de clausura de uno de los cursos de programación desarrollados en el CCUM. Esta creencia la comparte Mario Barberá, y los arquitectos Seguí de la Riba, de las Casas Gómez, de la Prada Poole, Searle, que en la actualidad participan en el Seminario de Organización de Espacios Arquitectónicos. Así mismo, el crítico de arte Aguilera Cerní, expuso en líneas generales el interés del grupo de Valencia en la investigación de la génesis plástica y su vinculación con la percepción y la psicología, indicando la obra de Yturralde como un intento en este sentido. García Camarero estima posible la generalización de los modelos de la gramática generativa para la descripción de la estructura plástica de un cuadro, y especialmente aplicables al ejemplo de la estética de Barbadillo. Se propuso invitar a Tomás Marco por considerar interesantes sus estudios sobre semántica musical. También se consideró que seria útil tomar la obra de Mondrian, Kandinsky, Albers, Malevich, como punto inicial de los estudios y ponerse en contacto con los profesores Cecato y Borsari, quienes en Milán ya han realizado diversas experiencias de la aplicación de ordenadores en la composición plástica y en la percepción."

A este seminario se fueron sumando otros artistas como Alexanco, Gerardo Delgado, Gómez de Liaño, Tomás García, Gómez Perales, Quejido, Sambricio, Enrique Salamanca, Eduardo Sanz, Waldo Balart, Lugan entre otros. Las reuniones del seminario

se realizaban quincenalmente en los locales de la estimulante arquitectura de Fisac, en donde se abordaron las ideas de interrelación entre arte y ciencia.

Las tareas del seminario se orientaron siguiendo varias líneas, pero todas conducentes a la utilización del ordenador en la creación plástica. Por eso, por un lado comenzaron a debatirse las ideas de estética cuantitativa de Birkhoff, Max Bense, o Frederik Nake, que condujeron al Estetómetro de Prada Poole. Por otro lado se estudiaron las interconexiones entre la plástica y la lingüística, dejando clara la naturaleza bidimensional de la sintaxis plástica; el auge, en aquel momento, de la gramática generativa de Chomsky, llevó al intento de su utilización en la generación de las formas plásticas.

También se indagaron otros caminos en psicología de la percepción, en las propiedades matemáticas de las ecuaciones de las curvas, en la cuantificación cromática, en el uso de números áureos, etc.

La búsqueda realizada durante el primer curso condujo a un intento de caracterización de lo que podría denominarse forma computable y con este nombre se realizó durante los días 25 de junio a 12 de julio de 1969, la primera exposición en los amplios sótanos del Centro de Cálculo. En ella se expusieron obras de Alexanco, Amador, Elena Asins, Barbadillo, Equipo 57, Tomás García, Lily Greenham, Lugan, Quejido, Abel Martín, Mondrian, Eduardo Sanz, J. Seguí, Soledad Sevilla, Sempere, Vasarely e Yturralde. Pero no solo fue una exposición con lo que se clausuraba del primer año de trabajo, sino que junto a ella y en días sucesivos se dieron conferencias, coloquios, recitales y proyecciones cinematográficas todas ellas sobre el tema de la informática y el arte. La exposición tuvo una buena acogida crítica en la prensa del momento, y fue recogida en diversas publicaciones internacionales de arte. Entre estas citaremos a la revista de Milán D'ARS, que dedicó treinta páginas de su número 46-47, a la exposición del CCUM[7].

Las actividades de este Seminario, pronto tuvieron resonancia internacional, presentándose trabajos en Congresos celebrados en la Universidad de Brunnel (Reino Unido), en París, en México, en Burdeos, etc. y se difundieron mediante numerosas conferencias dadas en varias ciudades españolas, francesas, inglesas y americanas, así como mediante las citas que aparecieron en la mayor parte de los libros que aparecieron sobre el tema.

[7] En este número se incluyeron los siguientes artículos: EGC, *Relazione sulle Seminario sulla generazione dell forme plastiche* (pp. 40-45); Aguilera Cerni, *Arte tecnologica e semiologia grafica* (pp. 46-55); Manuel Barbadillo, *Materia e vita*, (pp. 56-65); Silvio Cecato, *Relazione* (pp. 66-69).



Primera reunión del Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas del CCUM el 18 de diciembre de 1968, a las 13.00 h (Pintores, arquitectos e informáticos). Desde la izquierda: E. Delgado, Irene Fernández Florez, Abel Martín, Eusebio Sempere, Manuel Barbadillo, Josér María Yturralde, Aguilera Cerni, Guillermo Searle, Ernesto García Camarero, Fernando Álvarez Cienfiegos, Mario Fernández Barberá, A. García Quijada, Isidro Ramos, Soledad Sevilla Portillo, José Miguel de la Prada Poole, Manuel Casas Gómez y Javier Seguí de la Riva.

El segundo curso del Seminario también se clausurará con otra exposición (22 de junio a 4 de julio de 1970) titulada "Generación Automática de Formas Plásticas". Esta exposición tenía carácter internacional y en ella se expusieron obras de Alexanco, Barbadillo, Gerardo Delgado, Tomás García, Gómez Perales, Lugan, Quejido, Soledad Sevilla, Sempere como artistas españoles, y de Ashworth, Lecci, Mezei, Milojevic, Nake, Nees, Noll, Radovic y Saunders como artistas de otros países. Simultáneamente se celebró un coloquio internacional en el que además de algunos de los artistas expositores, pronunciaron conferencias F. Briones, Allan Sulcliffe (U. K.), H. W. Franke (Alemania Federal), E. García Camarero, I. Gómez de Liaño, J. M. de la Prada Poole.

Las actividades del Seminario se prolongaron un par de cursos más. Se realizaron otras exposiciones fuera del Centro de Cálculo, una en el Ateneo de Madrid con el nombre de "Formas computadas" que fue ilustrada con una conferencia sobre "Ordenadores en el Arte" (19 de mayo de 1971) y otra en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Madrid con motivo de una convención de IBM. También se participó en la magna exposición de arte de vanguardia denominada "Encuentros Arte-Cultura" que montaron en Pamplona, en 1972, Luis de Pablos y José Luis Alexanco, y que puede considerarse como una de las mayores concentraciones artísticas que nunca se haya dado.

Finalmente cesaron las actividades del SGAFC, y poco a poco de los otros seminarios. Las causas fueron imperceptibles, aunque uno de sus principales componentes pueda ser la mal soportada heterodoxia y libertad con las que nacieron. Llegó un momento en que se habló de reglamentos, o cuando menos de programas bien definidos de actividad (como si la creatividad se sujetara a reglamentos).

5. Barbadillo

No cabe ninguna duda de que fue Manuel Barbadillo el inspirador del "Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas". Mario Fernández Barberá (con quien me unía una vieja amistad de la época de estudiantes en la Universidad), buen conocedor de las tendencias contemporáneas de la pintura y poseedor de un gusto estético exquisito, fue quien vinculó a Barbadillo con el CCUM, en el que ya funcionaban otros Seminarios y brindaba un ambiente estimulante para este tipo de actividades de vanguardia. El propio Barbadillo, decía al respecto[8]:

> "Esta carta (*alude a una enviada por Barberá*) llegó en el momento justo, porque durante los últimos años, probablemente a causa de la forma en que había evolucionado mi pintura, había venido interesándome cada vez más por la cibernética, y aunque mi interés por ésta había sido más bajo un punto de vista de tipo filosófico, que técnico, la misma creencia había ido tomando cuerpo dentro de mí; solo que no veía la forma en que podría comprobarlo.
>
> Las características de mi obra, en el momento a que me refiero, las describo más adelante. Solo quiero aclarar, aquí, para explicar mejor los párrafos que siguen, que se trataba de composiciones geométricas muy automatizadas en las que la forma total se generaba por la integración de unas formas menores, idénticas entre sí e idealmente inscritas en una cuadrícula, que pueden tener cuatro posturas, produciéndose cada una por un giro de 90 grados de la anterior. Y que la posición de cada una determinaba en cierta medida (no totalmente, ya que su diseño permite la conexión de unas con otras de varias maneras) las de las que la rodean."

La figura seria y profunda de Barbadillo hace reconocer en él a quien ha reflexionado sobre su trabajo. Busca analogías entre su obra y la música, en el sentido que la música con solo siete notas, y algunas modificaciones, enmarcadas en la trama temporal de un compás se pueden hacer las composiciones mas diversas. En su obra

[8] En su articulo *El ordenador: experiencias de un pintor con una nueva herramienta* incluido en una publicación del CCUM (*Ordenadores en el Arte: generación automática de formas plásticas*) de 1969.

inicialmente solo con un módulo (una forma básica) sometido a ciertas transformaciones y ubicado en una trama espacial se pueden conseguir composiciones pictóricas muy diversas. También hace alusión a la física, a la química, a la biología para sugerir que todas las manifestaciones de la Naturaleza tanto viva como inerte esta formada por los mismos elementos primarios y que organizaciones diferentes son las que originan las diferentes formas de los seres de la Naturaleza.

Veamos lo que él mismo dice sobre sus reflexiones, en un trabajo suyo, escrito en 1970[9]:

> "[...–si mi propio organismo está formado de la misma materia que cuanto me rodea; si cualquier materia viva, aunque se trate de una organización muy compleja, en un cierto nivel de su estructura consiste en combinaciones entre unos pocos elementos -oxígeno, carbono, nitrógeno, etc.- que están también en las otras formas de vida y en el medio en que habitan, lo que me constituye en una entidad independiente no es, pues, básicamente, una diferencia sustancial, o de ingredientes, sino las fuerzas que mantienen a esos ingredientes en determinadas relaciones. En estas relaciones, según parece, no solo es importante la proporción numérica de los elementos, sino también su organización en el espacio. Creo que esta pequeña referencia a algo que ocurre con la materia (y también en música, en literatura, etc.) es una buena introducción a cualquier explicación de mi obra, puesto que, a mi juicio, sus principales puntos versan precisamente sobre cómo las mismas formas pueden originar, por integración, formas nuevas, más complejas y distintas entre sí, las cuales, a su vez, se transforman cuando cambian las proporciones de sus componentes, pero también cuando -aun manteniendo esas proporciones – se trastocan sus posiciones o se alteran sus posturas."

Su primer trabajo fue encontrar los elementos básicos de que estaban compuestas sus obras: los módulos. Antes de su incorporación a los trabajos del SGAFP, Barbadillo trabajaba solo con un módulo, eso sí el más rico de posibilidades. Luego incorpora otros tres. Todos ellos están inscritos en un cuadrado y formados por una forma y un fondo, o por dos formas encastradas.

A partir de estos módulos básicos se obtienen otros por giro de 90º, por simetría o por complementación (cambiar el blanco por el negro, o los colores que se hayan elegido para la forma y el fondo). Por combinación de cuatro de estos módulos se

[9] El trabajo a que nos referimos se publicó con el titulo *Modules/Structures/Relationships: ideograms of universal rapport*, en noviembre de 1970. En PAGE 12, Bulletin of Computer Art Society (Londres) y fue reproducido, traducido al castellano e incluido con el titulo *Módulos, estructuras y relaciones. Ideogramas de rapport universal* en una publicación de la Fundación CITEMA (Arte e Informática, 1980, pp. 55-68).

obtiene una cuadrícula elemental, por combinación de cuatro cuadrículas elementales se obtiene una cuadrícula de segundo grado y así sucesivamente. De forma que a sus cuadros se los puede considera como palabras o frases plásticas, o también moléculas construidas con distintos tipos de átomos.

Barbadillo explica todo esto con detalle en el trabajo citado más arriba, en el que también se dan los requerimientos para la construcción de un programa que genere automáticamente los bocetos de posibles obras. Pero solo la combinatoria no conduce a las obras que reúnen las condiciones para pertenecer a la estética particular de Barbadillo. Hay que seleccionar entre ellas, ya que:

> "naturalmente unas composiciones parecen «decir» más que otras, y aunque el criterio de selección tenía que ser subjetivo, observamos, sin embargo, que existe cierta cualificación en las relaciones entre elementos opuestos, viéndose corroborado este criterio subjetivo tanto con el resultado de los trabajos anteriores como el de las primeras pruebas de un programa elaborado de acuerdo con este criterio, y hasta con el análisis superficial de obras más recientes en las que intervienen los cuatro módulos."

Esta búsqueda de los criterios de selección de aquellas obras que dijeran más, que su contenido estético fuera más claro, condujo a rastrear por diversos caminos pretendiendo encontrar reglas que plasmaran esa valoración estética. Uno de los caminos consistía en el modelo lingüístico. En efecto, la obra de Barbadillo se prestaba espléndidamente a ser tratada con el modelo lingüístico, que fue el utilizado por una de las tendencias desarrolladas en el seminario sobre formas plásticas. Siguiendo este modelo, lo primero es definir un alfabeto o vocabulario. Para construir, con ese vocabulario, frases y textos sintácticamente correctos, se necesita disponer de una gramática con las reglas adecuadas.

En el caso de Barbadillo se podía definir un alfabeto plástico utilizando "*las formas menores idénticas entre sí*" (los módulos), que eran la base de su obra. A partir de las letras de este alfabeto se trataba de seleccionar, de entre todas las posibles combinaciones, solo aquéllas que fueran de interés del artista, es decir, disponer de las reglas que conduzcan a la generación de obras estéticamente correctas. Estas reglas formales constituían la gramática correspondiente que se suponía debería responder a ciertos significados y contenidos estéticos y emocionales de las obras generadas mediante ellas.

Uno de los usos del ordenador en auxilio de esta búsqueda era la generación automática de bocetos siguiendo ciertas reglas iniciales. El artista debía de analizar

estos bocetos seleccionando los que le parecían correctos, y de acuerdo con ello perfilar las reglas para que se ajustaran mejor a su estética. Después, con estas reglas formales obtenidas por selección subjetiva, se realizaba el análisis de las combinaciones seleccionadas con la pretensión de encontrar criterios sistemáticos para obtener una estructura de tipo algebraico, que limitara la pura combinatoria y descartara completamente el azar. En el caso de Barbadillo las reglas se referían principalmente a la continuidad y conexión de los módulos combinados.

Aunque no se avanzó demasiado en la formulación de las reglas sintácticas, una cosa, quedó clara, el lenguaje plástico es bidimensional y para su formalización se requieren dos operaciones de concatenación, a diferencia del lenguaje literario en el que sus cadenas son unidimensionales. El estudio de estas gramáticas bidimensionales plantean problemas de gran complejidad que todavía están abiertos. Se esperaba también que de la interpretación de las reglas se pudiera extraer alguna significación plástica.

Enunciado en cualquiera de sus formas, este era el proyecto de Barbadillo. Un proyecto de ideas profundas y de sensibilidad en el que el ordenador solo entraba como auxiliar para facilitar la exploración de las reglas o la generación masiva de bocetos.

Las ideas originales de Barbadillo sirvieron para orientar los trabajos de otros participantes del SGAFP, quienes buscaban su propio alfabeto básico, así como las reglas de tipo sintáctico que orienten sobre la correcta relación entre los elementos básicos teniendo en cuenta las vinculaciones topológicas, métricas y cromáticas. En sentido trabajaron Soledad Sevilla, Gerardo Delgado, Manuel Quejido, Gómez Perales.

Siguiendo también la metodología de Barbadillo, Florentino Briones elaboró un programa conversacional, mediante el cual el artista situado ante la pantalla, podía, no solo elaborar las combinaciones que le parecen de interés plástico, sino también a partir de unos módulos básicos muy simples generar los módulos que servirán de alfabeto, conforme al interés del pintor. La facilidad conversacional de la pantalla, que entonces era una gran novedad, hacia que el ordenador pasase a ser un verdadero auxiliar del nuevo artista que sustituye el pincel por el lápiz luminoso; y al que la potencia de la computadora le facilita la tarea de composición.

El trabajo de Barbadillo tuvo una gran difusión, no solo en nuestro país, sino también internacionalmente. Sus obras eran reproducidas en todas las publicaciones

que trataban de *Computer Art*, así como seguidores de sus ideas aparecieron en otros países. Citaremos solo a Michael Thompson como uno de sus seguidores internacionales. Thompson conoció las publicaciones de Barbadillo incluidas en el libro *L'ordinateur et la Creative* editado por el CCUM como presentación de sus trabajos de arquitectura y pintura en unas jornadas celebradas en París en 1970. Los trabajos de Barbadillo se titulaban, uno *L'Ordinateur.- Experiences d'un peintre avec un outil nouveau* y otro *Matiere et vie*, que eran la traducción de los que ya se habían incluido antes en otra publicación del CCUM. También conoció su trabajo de 1970, ya mencionado, *Modules/Structures/ Relationships: Ideograms of Universal Rapport*.

Pues bien, Thompson inspirado en las ideas de Barbadillo elaboró un conjunto de reglas generativas de pintura modular que describe en su trabajo *All done by graphs*, publicado en *PAGE 31, Bulletin of Computer Art Society*, en octubre de 1973. Estos trabajos de Thompson fueron difundidos también en otras publicaciones.

Origen del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid

Enrique Castaños Alés

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid

El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM) fue creado formalmente el 13 de enero de 1966 como resultado de un acuerdo entre esta Universidad e IBM, S.A.E., estando regido en el momento de su constitución por un Patronato presidido por el Rector y del que formaban parte dieciséis vocales, y por un Comité Ejecutivo integrado por un Presidente y ocho vocales.

La cúpula del Centro estaba formada por un director, un subdirector y un coordinador de IBM[1]. Como director del Centro fue nombrado Florentino Briones Martínez, matemático que había colaborado con la Junta de Energía Nuclear. El profesor Silvio Ceccato, del Centro de Cibernética de Milán, refiere que cuando conoció a Florentino Briones en Madrid en junio de 1969, adonde había acudido invitado por el Centro de Cálculo para dictar una conferencia con motivo de la clausura del seminario de "Generación Automática de Formas Plásticas" que había estado funcionando durante el curso 1968-69, la impresión que le causó el director del CCUM fue la de una persona con *"liberalidad de miras, con un aspecto o animus no académico, no conservativamente académico"*. Distinta, sin embargo, es la opinión de uno de los participantes en el seminario, Tomás García Asensio, quien atribuye a Briones una dirección excesivamente académica del seminario, del que se hizo cargo a partir *del curso 1970-71. "*Las últimas reuniones de este curso*"*, dice García Asensio, *"*eran una especie de clases donde los miembros del seminario parecían alumnos que atendían al profesor, personificado por Briones*"*, si bien manifiesta a renglón seguido, en descargo del director del Centro, que *"*uno de los motivos de esa derivación escolar de las reuniones, aparte del abandono de personas que con anterioridad trabajaron con entusiasmo, fue el convencimiento de Briones de que mientras los artistas no supieran programar y tuvieran que depender de otros programadores, el experimento sería un fracaso*"*. Un último rasgo del director del Centro, según García Asensio, es que solía descender a cuestiones de detalle, haciendo suyos, por ejemplo, algunos proyectos individuales de los artistas, como corrobora su decidida entrega a desarrollar el programa que necesitaba Manuel Barbadillo.

Como subdirector fue nombrado Ernesto García Camarero, también matemático, colaborador del eminente matemático Julio Rey Pastor, y que cursó estudios, además

[1] Siglas de la empresa multinacional estadounidense International Business Machines, nombre que adoptó en 1924 después de haber sido fundada con otro distinto, Computing Tabulating Recording Corporation, en 1911 por Charles Ranlett Flint en la ciudad de Nueva York.

de en España, en Italia, Francia y Reino Unido. A él se debe la organización del Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y la del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Asunción (Paraguay). Profesor de Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense, García Camarero fue el verdadero artífice de la creación del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas y su director durante los dos primeros cursos de funcionamiento, 1968-69 y 1969-70[2]. Dotado de una especial capacidad para desarrollar un programa informático de orden estético, así como con ideas muy claras acerca de los problemas formales y espaciales que encierra la obra artística, García Camarero, a diferencia de Briones, nunca descendió a cuestiones de detalle en relación con las demandas planteadas por los artistas participantes en el seminario.

El coordinador y hombre de confianza de IBM en el CCUM era Mario Fernández Barberá, quien desempeñaba por entonces funciones ejecutivas en la división madrileña de IBM. Cualificado técnico en informática, Mario Barberá era ya por entonces un atento observador del panorama de la plástica contemporánea, de la que solía disfrutar como simple aficionado guiado por un exquisito gusto estético. Poseedor de una apreciable colección individual, entre las piezas que ha ido atesorando destaca por su rareza un conjunto de obras reunidas bajo el nombre de *Huevos de grandes maestros*, en realidad huevos de avestruz pintados y decorados por artistas de renombre, entre ellos Joan Miró. El papel de Barberá dentro del seminario fue sobre todo el de activo animador, propiciando, entre otras cosas, el difícil adiestramiento informático de los artistas, tarea en la que no tuvo mucho éxito y, según García Asensio, no precisamente por responsabilidad suya[3].

[2] Este juicio se desprende de la consulta de la documentación disponible. Las opiniones de los principales artistas participantes en la experiencia varían sustancialmente en este punto. Mientras que Barbadillo ha sostenido en reiteradas ocasiones, y así me lo ha confesado más de una vez, el papel determinante de García Camarero en la creación del seminario, José Luis Alexanco, en una carta que me escribió en julio de 1999, considera a Mario Barberá como «el verdadero motor de los seminarios» que se crearon en el CCUM. Para los datos biográficos de García Camarero, véase, ANÓNIMO: «"Computer art"», *Triunfo*, Madrid, 27 de junio de 1970. A partir del curso 1970-71, García Camarero se desentendió notoriamente de la marcha del seminario. En la primavera de 1973, cuando Florentino Briones dejó el Centro de Cálculo, García Camarero lo sustituyó en la dirección.

El Centro, surgido en un tiempo en el que apenas estaba desarrollada la informática en España[4], con escasa presencia todavía en la banca, grandes empresas privadas y centros administrativos públicos, se creó con la función específica de usar las nuevas técnicas de cálculo automático en la investigación y en la enseñanza (hasta entonces, solo algunas universidades contaban con pequeños ordenadores, asociados casi siempre a cátedras principalmente vinculadas con la matemática aplicada a la ingeniería[5]), con el objetivo expreso de expandirlas por todo el territorio español. El servicio de cálculo que prestaba se hallaba abierto, siempre que se tratase de tareas no rutinarias, a todos los centros universitarios españoles, escuelas técnicas superiores y demás organismos docentes y de investigación dependientes de la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación[6]. Para que este servicio fuese lo más eficaz posible, el Centro organizó desde sus inicios una serie de cursos para la preparación del personal adscrito en la redacción de programas y en el análisis de sistemas, ofreciendo asimismo asesoramiento durante el análisis de los pro-

[3] GARCÍA ASENSIO, T.: «Aproximación a un intento de informatizar la plástica», 1986. Trabajo inédito presentado para el curso monográfico de doctorado *Concepto, estructura y posibilidades de un museo moderno*, dirigido en la Universidad Complutense de Madrid por el Dr. Luis Alonso Fernández durante el curso 1985-86.

[4] Las previsiones que en ese momento se hacían, sin embargo, confirman el imparable desarrollo de la informática en nuestro país. En el acto de inauguración del CCUM, el Rector de la Universidad, José Botella Llusiá, estimaba que «para 1975 España necesitará más de cuarenta mil técnicos especializados en tareas informáticas», imposibles de cubrir si no fuese por los cursos especializados ofrecidos por el citado Centro. Véase, *La Gaceta del Norte*, Bilbao, 14 de marzo de 1969.

[5] GARCÍA CAMARERO, E.: "El ordenador y la creatividad en la Universidad de Madrid a finales de los sesenta", en *Procesos*. Madrid, Centro de Arte Reina Sofía - Ministerio de Cultura, 1986, pág. 177. Hay que precisar, no obstante, que en 1969 había instalado en Madrid, en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, un ordenador casi tan potente como el del CCUM, un IBM 7070. Véase, *Nuevo Diario*, Madrid, 13 de diciembre de 1969.

[6] Uno de los servicios más polémicos prestados por el CCUM fue el de corregir con computadora exámenes tipo *test* realizados por estudiantes universitarios. "El sistema consistía fundamentalmente, (explicaba Briones en una entrevista publicada en *Dígame*), en el planteamiento de preguntas concretas que se acompañan de un número variable de respuestas, de las cuales el alumno debe seleccionar la verdadera. Una sola es la respuesta justa, totalmente verdadera, que lleva la calificación de aprobado". En una entrevista adjunta en el mismo medio informativo, García Camarero trataba de justificar el procedimiento, frente a las críticas que suscitaba entre los estudiantes, que no querían ser examinados por una máquina. A la observación del entrevistador de que muchos opinan que no es fácil conocer a los alumnos a través de los *tests*, respondía: "Tampoco lo es conocerlo directamente cuando hay una enorme masa. Por otra parte, no vale la objeción de que es una comodidad para el profesor corregir sólo las respuestas de la computadora. La misión del profesor es la docencia y la investigación más que el emplear mucho tiempo en la corrección. Es justo que se usen los adelantos técnicos". SARABIA, S.: "Ventajas e inconvenientes de la aplicación de las computadoras en los exámenes", diario *Dígame*, Madrid, 18 de noviembre de 1969.

blemas y la elaboración de los programas concretos, así como acogiendo toda iniciativa de estudio, personal o de grupo, de problemas contenidos en la amplia gama a que tiene acceso un ordenador electrónico[7].

El equipo electrónico cedido por IBM en enero de 1968[8] fue instalado en los últimos días de noviembre de ese mismo año, estando integrado por una calculadora IBM 7090 (con un coste de 280 millones de pesetas[9], tenía una capacidad lectora de 250 tarjetas por minuto y una impresora capaz de imprimir 150 líneas por minuto; la capacidad de almacenamiento era de 32.768 palabras de 36 cifras binarias, equivalentes cada palabra a un número de diez cifras decimales), una calculadora IBM 1401 (con una capacidad lectora de 800 tarjetas por minuto y una impresora capaz de imprimir 600 líneas por minuto) y diverso equipo auxiliar[10]. En una sola jornada el equipo completo podía desarrollar más de 240 programas[11].

El edificio que daba, y continúa dando, acogida al Centro fue diseñado por el arquitecto Miguel Fisac Serna, y se construyó entre 1966-67. Se trata de un sobrio y racionalista edificio rectangular de dos plantas con muros de carga de hormigón armado y piezas pretensadas huecas, simplemente apoyadas como cubierta. Entre los elementos interiores, sobresalen las pantallas de tubo de luz fluorescente, dise-

[7] Los cursos organizados por el CCUM se extendían con frecuencia a otras ciudades españolas, adonde se desplazaban técnicos cualificados del Centro madrileño. Es el caso, por ejemplo, de los coloquios informativos sobre la utilización de las nuevas técnicas automáticas en la investigación y la enseñanza desarrollados en la Universidad de Zaragoza en noviembre de 1969. Véase *El Noticiero* de Zaragoza del 16 de noviembre de 1969.

[8] La repercusión de esta donación fue amplia en la prensa española del momento. Por sólo citar algunas de las más significativas, véanse las noticias aparecidas en los periódicos *Diario de Mallorca* (7-1-1968), *Faro de Vigo* (7-1-1968), *La Vanguardia* (7-1-1968), *Arriba* (14-2-1968), *Ya* (16-2-1968) y *Abc* (17-2-1968).

[9] Información aparecida en *Nuevo Diario*, Madrid, 13 de diciembre de 1969.

[10] Parte de este equipamiento se encuentra en la actualidad en el vestíbulo de entrada del edificio que continúa albergando el Centro de Cálculo, ahora dependiente de la Universidad Complutense de Madrid, a modo de pequeño museo.

[11] Acerca de las características del nuevo equipamiento electrónico del CCUM, véase, BRIONES MARTÍNEZ, F.: «El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid», *Revista de Automática*, nº 1, Madrid, julio - agosto - septiembre 1968, págs. 53-54.

ñadas por el propio Fisac[12]. En la planta inferior estaba ubicado el equipo informático, mientras que en la superior se instalaron los departamentos docentes y burocráticos, sala de juntas y biblioteca. Todo el edificio estaba climatizado y muy bien decorado, con un mobiliario moderno en color claro, con predominio del blanco[13].

El Centro fue oficialmente inaugurado el viernes 7 de marzo de 1969, en el transcurso de un acto presidido, en representación del ministro de Educación y Ciencia, por el subsecretario del Departamento, Alberto Monreal Luque, quien estuvo acompañado en la mesa por el Rector de la Universidad de Madrid, José Botella Llusiá, el secretario general técnico del Ministerio, Ricardo Díaz Hochleitner, el director general de Archivos y Bibliotecas, Luis Sánchez Belda, y el presidente del Instituto Politécnico Superior de Madrid, Pío García Escudero. Las palabras pronunciadas por los intervinientes abundaron en elogios al papel desempeñado por las nuevas tecnologías informáticas en el desarrollo de la industria y la investigación científica. El director del Centro, Florentino Briones, destacó en su intervención que el flamante sistema informático era perfectamente comparable con los más modernos de Europa, como los utilizados por las universidades de Pisa, Copenhague, Nuremberg y el Imperial College de Londres[14].

Además del director, subdirector y secretario, la dotación de personal adscrito al Centro constaba en julio de 1969 de siete analistas, ocho operadores, tres perforistas y tres administrativos[15]. Entre todo este personal se contabilizaban cinco mate-

[12] Sobre el edificio del Centro de Cálculo en la Ciudad Universitaria de Madrid, pueden consultarse: ARQUES SOLER, F.: *Miguel Fisac*. Madrid, Pronaos, 1996. También, la monografía sobre el arquitecto editada por el Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España con motivo de la concesión de la Medalla de Oro de la Arquitectura en 1994, y la monografía que le dedicó el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) en 1997, al cuidado de Andrés Cánovas.

[13] APOLODORO: «Trabajar para la Universidad. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid», *Gaceta Universitaria*, segunda quincena de noviembre de 1969, págs. 16-19. En mi visita al Centro efectuada en la primavera de 1997, pude constatar el deterioro de las instalaciones, sobre todo las de la planta superior, necesitadas de un buen remozado.

[14] También los periódicos y algunas revistas de entonces se hicieron amplio eco de la inauguración oficial del CCUM, según lo confirman las noticias publicadas en los diarios *Madrid* (8-3-1969), *Ya* (8-3-1969) y *Abc* (9-3-1969; 13-3-1969), así como en la *Revista de Obras Públicas* (en su número correspondiente a marzo de 1969) y en la revista *SP* (23-3-1969).

máticos, un economista, un químico y tres físicos. Hasta finales de 1969 el personal había sido admitido por libre contratación, pero a partir de ese momento el propósito era que el propio Centro formase al futuro personal gracias a un sistema de becas concedidas por IBM desde los acuerdos iniciales con la Universidad de Madrid y para el que había dispuesto un fondo de tres millones de pesetas. Las becas, convocadas con periodicidad anual, eran de tres clases: para asistencia a cursos de programación, destinadas a formar programadores de los organismos españoles que han de usar los servicios del CCUM, y que eran todos los dependientes o reconocidos por la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación, es decir, centros universitarios, escuelas técnicas superiores y demás instituciones docentes y de investigación, si bien se ofrecían especialmente a universidades de provincias, como primer contacto práctico con el CCUM; para iniciación a la investigación, concedidas a estudiantes del último curso de carrera y encaminadas a despertar el interés hacia esa novísima rama del saber que era entonces la informática (en este caso el becario trabajaba bajo la dirección de un profesor de universidad o de un analista del Centro, en un estudio monográfico que podía ser la tesis de fin de carrera); en tercer lugar, para monografías, otorgadas a graduados que deseasen preparar un trabajo monográfico sobre cualquier tema científico que implicase el uso del cálculo electrónico[16].

[15] El secretario era Julio Montero Delgado. Los analistas eran Javier Alberdi Alonso, Irene Fernández Flórez, Juan Antonio Martínez Carrillo, María Teresa Molina Ávila, Isidro Ramos Salavert, Francisco Javier Rodríguez López-Cañizares y Martín Sánchez Marcos. El jefe de operadores era Emilio Flores Romero, y el resto de operadores lo formaban Carmelo Álvarez Butragueño, Fernando Benito Montes, María del Carmen Blasco Vizcaíno, Miguel Domínguez Crespo, Antonio Agustín González Díez, María Dolores del Valle Roncero y María Isabel del Valle Roncero. Los perforistas eran Ángeles Acero Verdú, Adela Arés Escolar y María Luisa Briones Martínez. En cuanto al personal administrativo, estaba constituido por Felisa Casaseca Jiménez, Marisol Robles Lechón y Enrique Héctor Moscoso Segovia. Véase, *El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*, Madrid, CCUM, s.f. (probablemente, segundo semestre de 1969), pág. 10.

[16] Véase, APOLODORO: «Trabajar para la Universidad. El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid», op. cit.

Además de las becas, el Centro organizó desde el inicio de sus actividades cursos para la preparación de personal en la redacción de programas y en el análisis de sistemas, ofreciendo asesoramiento en los análisis de problemas y confección de programas concretos, de igual modo que se hallaba predispuesto a acoger toda iniciativa de estudio, bien fuese personal o de trabajo en equipo, de problemas para cuya resolución hubiese necesidad de usar un ordenador electrónico.

Creación del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas

Desde el comienzo de su actividad, los responsables del CCUM se hallaban decididos a imprimirle una orientación nada convencional, persuadidos como estaban de que una de las tareas principales era la de

> [...] encontrar y dar a conocer campos de actividad del ordenador que no fueran solo los que se desprendían de considerar a este nuevo instrumento como una máquina aritmética o matemática, heredera del ábaco chino, del aritmómetro de Pascal o de las calculadoras de Leibniz y Odhner. Importaba dejar patente que lo esencial del ordenador era la información como soporte de conocimiento, hacer ver que la máquina podía sustituir al hombre en los procesos de control y ahorrarle la fatiga del trabajo mental repetitivo y mecánico, colaborando también en las tareas de creatividad. Todas estas características de la máquina anunciaban un cambio esencial en la actividad humana, prefigurándose como su rasgo distintivo la creatividad, la inventiva, ya que para la ejecución de los procedimientos inventados se tenía al eficaz auxiliar que se encerraba en los nuevos templos que representaban los Centros de Cálculo. El impacto que el ordenador representa en la actividad humana no significa solo la aparición de una potente herramienta, sino que también actúa sobre el método de abordar los problemas, originando una mutación intelectual sin precedentes, que va tomando nuevas formas, y denotándose con términos como inteligencia artificial, ingeniería del conocimiento, etc., haciendo surgir todo un nuevo sector de la actividad social humana que recibe el nombre de cuaternario. Habíamos percibido, pues, que estábamos ante un amplificador de la mente, y sentíamos la necesidad de entrar en el meollo de la informática, de llegar al límite de la *terra incognita* en el que se situaba una ciencia de tan reciente aparición, y nos animaba también a hacer ver que la actividad del

> informático no consistía en comportarse como un periférico del ordenador, con su cerebro programado para usar los programas y las máquinas que venían de fuera[17].

En relación a este espíritu innovador que impregnaba a los directivos del Centro, se crearon una serie de seminarios interdisciplinares, con el propósito no tanto de que las materias científicas, humanísticas y artísticas que les daban nombre enriquecieran las perspectivas de desarrollo de la nueva ciencia informática, cuanto con el de poner ésta al servicio de aquéllas, abriendo de este modo caminos hasta entonces desconocidos a la creatividad humana. Como dice el breve texto de presentación de los recién creados seminarios, casi simultáneamente, aunque un poco antes, a la constitución del seminario que nos ocupa, se crearon los de "Lingüística Matemática"[18] y "Composición de Espacios Arquitectónicos"[19]. El mencionarlos aquí está justificado básicamente por dos razones. En primer lugar, porque la experiencia que se tenía en diciembre de 1968 del funcionamiento de ambos, tuvo su importancia en la decisión de crear el de Formas Plásticas. En segundo lugar, por la vinculación de fondo y el aspecto común que existía entre los tres, es decir, la presencia de un

[17] GARCÍA CAMARERO, E.: «El ordenador y la creatividad en la Universidad de Madrid a finales de los sesenta», en *Procesos*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1986, págs. 177-179. El mismo autor, en el texto de presentación de la muestra *Generación automática de formas plásticas* (CCUM, junio-julio de 1970), también dirá a modo de justificación del seminario madrileño que no sólo «la intervención de procedimientos sistemáticos para la construcción de obras plásticas ha sido [hasta ahora] prácticamente nula», sino que, incluso cuando el artista utiliza reglas compositivas y cromáticas al realizar su obra, se trata de normas muy débiles y casi siempre condicionadas «por los vagos conceptos de *imaginación, intuición* y *emoción*».

[18] El más ardiente promotor de este seminario, junto a García Camarero, fue el arquitecto Francisco Javier Seguí de la Riva.

[19] Al lado de García Camarero, el principal impulsor de este seminario fue Víctor Sánchez de Zavala. La composición automática de espacios arquitectónicos constituía, junto a la generación automática de formas plásticas, un campo de interés primordial del CCUM, y se planteaba en «cuatro niveles sucesivos: a) obtención de contenido arquitectónico en expresiones dadas en lenguajes naturales o seminaturales; b) análisis estructural de las funciones arquitectónicas de la vivienda; c) organización de los espacios de acuerdo con el análisis precedente; d) salida gráfica de los planos constructivos acorde con dicha construcción». GARCÍA CAMARERO, E.: «Experiencias y proyectos en 'computer graphics' del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid», en *Memorias de la Conferencia Internacional IEEE sobre sistemas, redes y computadoras*, Oaxtepec (México), 1971, pág. 756.

lenguaje para transmitir determinado tipo de conocimiento: transmitir mensajes plásticos a través de obras principalmente pictóricas; transmitir un mensaje arquitectónico, o, mejor aún, describir mediante un lenguaje preciso determinados espacios arquitectónicos; estudiar de manera objetiva y sistemática los procesos del lenguaje[20]. De hecho, entre los participantes de cada uno de los tres seminarios hubo frecuentes contactos e intercambio de opiniones, sobre todo durante el tiempo en que García Camarero los dirigía, ya que al asistir a las distintas reuniones, normalmente con periodicidad quincenal, que se convocaban de cada uno de ellos, trasladaba a cada seminario determinados problemas, razonamientos y planteamientos discutidos en los otros.

En cuanto a la creación concreta del seminario objeto de este apartado, sus orígenes se remontan a marzo de 1968, cuando Manuel Barbadillo, residente ya por entonces en Torremolinos, recibió una carta de Mario Barberá en la que, acompañando algunos impresos informativos sobre las actividades del CCUM, le expresaba su convencimiento de que las experiencias e investigaciones que estaba llevando a cabo en su obra podían verse facilitadas con la ayuda de una computadora[21]. El conocimiento preciso de la etapa evolutiva que en ese momento atravesaba la pintura de Barbadillo, caracterizada entre otras cosas por una combinatoria modular, le vino a Barberá a través de su amistad con José Luis Alexanco, quien a su vez tenía amistad con Barbadillo desde antes de mayo de 1967, en que ambos participaron en la exposición que, bajo el título *Nueva Generación*, había organizado el pintor y crítico Juan Antonio Aguirre en la sala Amadís de Madrid[22]. Alexanco, pues, había

[20] GARCÍA CAMARERO, E.: «Seminario sulla generazione delle forme plastiche», en *D'ARS*, núms. 46-47, Milán, julio-noviembre 1969, págs. 40-45. El texto de este artículo reproduce la conferencia que su autor pronunció en el CCUM, el 26 de junio de 1969, con motivo de los actos de clausura del curso académico 1968-69.

[21] Véase, BARBADILLO, M.: «El ordenador. Experiencias de un pintor con una herramienta nueva», en *Ordenadores en el arte*, CCUM, 1969, pág. 13. Véase también, BRIONES MARTÍNEZ, F.: «Generación automática de formas plásticas», en el catálogo de la exposición *Formas computadas*, Ateneo de Madrid, mayo de 1971.

[22] A esta exposición colectiva siguió muy poco después, en diciembre del mismo año, otra con idéntico título, también organizada por Juan Antonio Aguirre, aunque esta vez en la galería Edurne de la capital de España. Acerca de las muestras *Nueva Generación*, véase, además de los catálogos editados al efecto, AGUIRRE, J. A.: *Arte último. La 'Nueva Generación' en la escena española*. Madrid, Julio Cerezo Estévez, editor, 1969.

percibido que el estado de investigación, el estilo y la sintaxis que por entonces caracterizaba la producción de Barbadillo se ajustaba inmejorablemente a un tratamiento mediante medios informáticos. La misiva de Barberá surtió efecto, ya que a los pocos días Barbadillo envió al director del CCUM una Memoria, basada en reflexiones sobre sus experiencias modulares que había escrito un par de años antes[23], junto a una carta en la que, a renglón seguido de manifestar con claridad meridiana su entusiasmo por las posibilidades abiertas por la computadora en su aplicación al trabajo artístico, señal incontestable para él del decisivo cometido que la cibernética habrá *"de tener en la evolución de la sociedad en la nueva fase de nuestra historia"*, revela su intención de *"estudiar, de forma general, este fenómeno"*. A continuación desvelaba el carácter de la investigación que se proponía emprender en el Centro[24].

La buena recepción que entre los responsables del CCUM tuvieron la citada carta y la Memoria adjunta, así como las fluidas conversaciones telefónicas que en esos días mantuvo con Mario Barberá, decidieron a Barbadillo a solicitar una de las becas convocadas por el Centro, que le fue rápidamente concedida[25]. Al mes siguiente, en abril, ya se encontraba asistiendo a un curso intensivo de iniciación al ordenador en el Centro de Cálculo, estancia que se prolongó hasta junio y durante la que el intercambio de ideas con Briones y García Camarero fue constante, con este último sobre todo acerca de cuestiones relacionadas con la lingüística[26].

Durante el verano y gran parte del otoño de 1968 fue madurando en García Camarero la idea de crear un seminario relacionado con cuestiones específicamente artísticas, animado como estaba, según acabamos de comentar, por los resultados obtenidos en los recientemente constituidos de Lingüística Matemática y Espacios Arquitectónicos. En este sentido, Barbadillo me señalaba en una conversación[27] que

[23] Algunas de estas reflexiones están recogidas en otro artículo de Barbadillo que, bajo el título de «Materia y vida», también aparece publicado en el libro *Ordenadores en el arte*, op. cit., págs. 17-23.

[24] Véase, BARBADILLO, M.: *El ordenador. Experiencias de un pintor...*, op. cit., págs. 13-15.

[25] Véase, GARCÍA CAMARERO, E.: «Generación automática de formas plásticas», en *Ordenadores en el arte*, op. cit., págs. 1-3. Véase también, *Boletín* del CCUM, n° 1, diciembre 1968, pág. 16.

[26] Véase, BARBADILLO, M.: *El ordenador. Experiencias de un pintor...*, op. cit., pág. 15.

[27] El 6 de septiembre de 1996.

la creación del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas se debió principalmente a las similitudes encontradas por García Camarero entre la mencionada propuesta por carta del pintor, en el sentido de que el Centro estudiase las posibilidades de resolución sobre bases matemáticas de algunos desarrollos de su obra modular en ese momento, y el aludido seminario de Lingüística Matemática. Es decir, desde el principio la idea motriz que alimentó la creación del seminario de Formas Plásticas fue la de la búsqueda de las bases matemáticas del arte, si bien entre sus componentes iniciales hubo quienes acudieron a sus sesiones también muy interesados por las cuestiones relativas a la percepción visual, sobre todo en el caso de Vicente Aguilera Cerni, José María Yturralde y otros miembros procedentes del área valenciana.

El interés que desde el primer momento despertó en el Centro la petición de Barbadillo, queda perfectamente reflejado en las siguientes palabras de García Camarero:

> Nos pareció que las ideas de Barbadillo eran relativamente fáciles de tratar automáticamente, dado que su obra consistía en acoplar unos módulos de tal forma que a él le resultase subjetivamente satisfactoria. El problema era realmente combinatorio y se trataba de seleccionar entre todas las posibles combinaciones sólo aquellas que eran de interés del artista. Nos pareció que la actual lingüística podía salir en su ayuda. Su alfabeto era reducido, compuesto por unos pocos módulos. Sus frases (cuadros) constaban de dieciséis módulos. Se trataba, pues, de encontrar el subconjunto de los cuadros de su interés, es decir, su estética. Este subconjunto debería estar definido por unas reglas formales que constituían su sintaxis y debería responder a ciertos significados y contenidos estéticos y emocionales. En la búsqueda de las reglas sintácticas podía ayudar inmediatamente el ordenador. Para ello parecía preciso fijar más claramente qué obras pertenecían a su estética y qué obras estaban fuera. En principio parecía razonable generar todas las posibilidades y que por observación del artista se distribuyeran en dos clases: las aceptadas y las rechazadas. Después, ver qué reglas formales guiaban esta selección subjetiva. La intuición del artista dio ya algunas reglas que aminoraron el trabajo y se generaron sólo aquellas que respondían a su criterio. En esta clase quedó incluida toda la obra ya realizada con anterioridad por él y se generaron algunas nuevas que respondían ampliamente a sus intereses[28].

[28] GARCÍA CAMARERO, E.: «Generación automática de formas plásticas», en *Ordenadores en el arte*, op. cit., pág. 1.

También Ignacio Gómez de Liaño ha reconocido el papel esencial desempeñado por Barbadillo en la decisión finalmente adoptada por los responsables del CCUM de crear el seminario de Formas Plásticas, aunque hace asimismo hincapié en la importancia que a su juicio tuvieron en esa decisión las sugerencias de algunos arquitectos que participaban en el ya constituido seminario sobre "Espacios Arquitectónicos"[29].

Aunque indirectamente, también Eusebio Sempere influyó en la determinación de crear el seminario de arte. De un lado, está el propio estilo linealista[30] con que por entonces realizaba su trabajo, muy adecuado para ser sometido a una investigación con ayuda de la computadora; de otro, el haber participado en una efímera y nada sistemática experiencia, anterior a la constitución del seminario madrileño, en la que se usó el ordenador con fines artísticos, junto a Abel Martín y el ingeniero de caminos Eduardo Arrechea, que fue el programador informático[31].

La primera reunión del "Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas"[32], y por la que oficialmente quedó constituido, se celebró el miércoles 18 de diciembre de 1968, a las 13 horas. Distribuidos por su lugar de procedencia, a ella acudieron las siguientes personas: (Málaga) Manuel Barbadillo Nocea; (Madrid) Fernando Álvarez Cienfuegos, Manuel de las Casas Gómez, Mario Fernández Barberá,

[29] El juicio de Ignacio Gómez de Liaño está expresado en una reseña que, con motivo de la clausura del primer curso de funcionamiento del seminario de Formas Plásticas, publicó en el diario *Madrid* del 2 de junio de 1969.

[30] Véase, GARCÍA CAMARERO, E.: «La pintura informática en la Universidad Complutense», en *Patrimonio artístico de la Universidad de Madrid*, Madrid, 1989, pág. 60.

[31] Fuera del campo de las artes plásticas, la música es la otra disciplina pionera en España en el uso de la computadora con fines estéticos. Trece años después de la composición pionera de Lejaren A. Hiller, *Suite Illiac para cuarteto de cuerdas* (1956), en octubre de 1969, Josep Maria Mestres Quadreny estrena *Ibemia* en Barcelona, la primera obra musical producida en España con el concurso del ordenador. Véase, BRIONES MARTÍNEZ, F.: «Arte y ordenadores en el XVII SIMO y sus antecedentes», en *Boletín* de la Fundación Citema, núm. monográfico sobre «Creatividad e informática», Madrid, 1977, pág. 8. Véase, también, ANÓNIMO: «Partituras electrónicas», en *SP*, 8 de marzo de 1970.

[32] En algunos lugares también aparece nombrado como seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas.

Irene Fernández Flórez, Ernesto García Camarero, A. García Quijada, Abel Martín, Julio Montero Delgado, Isidro Ramos Salavert, Guillermo Searle, Francisco Javier Seguí de la Riva, Eusebio Sempere y Soledad Sevilla Portillo; (Valencia) Vicente Aguilera Cerni y José María López Yturralde. El director del seminario era García Camarero, mientras que De las Casas Gómez, Fernández Flórez, García Quijada, "AGuillermo Searle y Seguí de la Riva también participaban en el seminario de "Espacios Arquitectónicos", a su vez dirigido por Camarero. En el transcurso de ese primer curso 1968-69, además de los citados, asistieron a las sesiones del seminario Florentino Briones, José Luis Alexanco, J. L. de Carlos, Gerardo Delgado y J. Peña. Esta nómina se vio enriquecida, durante el curso siguiente 1969-70, con la presencia de A. del Amo, G. Carvajal, Eizaguirre, Tomás García Asensio, Ramón Garriga, Ignacio Gómez de Liaño, José Luis Gómez Perales, Malle Dina, Herminio Molero, J. M. Navascués, José Miguel de la Prada Poole, Manuel Quejido, Luis de la Rica, Carlos Sambricio, J. Sarquis, F. Carbonell, S. Fraga, M. García Nart y Eduardo Sanz. En los tres últimos cursos, 1970-71, 1971-72 y 1972-73, se unieron Elena Asins, Waldo Balart, Ana Buenaventura, F. Cabrero, Ramón Eleta, M. A. García Fernández, F. J. González Estecha, Miguel Lorenzo, Luis Lugán, F. Martínez Villaseñor, M. Pablo, J. Romero, C. Rodríguez, J. Ruiz, Enrique Salamanca y Enrique Uribe Valdivielso[33].

[33] Acerca de los sucesivos participantes en el seminario, la fuente más fiable es el propio *Boletín* editado por el CCUM, donde en cada número se daba puntual cuenta de las reuniones y actividades de los respectivos seminarios, encabezándose siempre la información con los nombres de los participantes en estas reuniones periódicas. Véase, también, BRIONES MARTÍNEZ, F.: «La experiencia del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid», en *Arte geométrico en España 1957-1989*, Madrid, Centro Cultural de la Villa, 1989, pág. 59. Un caso difícil de precisar, sin embargo, es el de Elena Asins. La primera vez que su nombre aparece citado en la entradilla de participantes de la sección del Boletín del CCUM en la que se daba periódica cuenta de las actividades llevadas a cabo por el seminario, es en el Boletín núm. 16, correspondiente a julio de 1971, aunque es evidente que Elena tuvo, con anterioridad al curso 1970-71, contacto con el seminario y que asistió a algunas de sus reuniones. De lo contrario no se explica la inclusión de un artículo suyo en el libro *Ordenadores en el arte*, publicado por el Centro en 1969, y su participación en la primera exposición organizada por el Centro, *Formas computables*, desarrollada entre junio y julio de 1969 y en la que la mayoría de participantes españoles eran miembros del seminario. La propia autora, en diferentes ocasiones en que he hablado con ella, no es precisa en cuanto a la fecha exacta de su incorporación, aunque siempre me ha asegurado que su vinculación al seminario se produjo ya en el primer curso, 1968-69.

Las sesiones de trabajo del seminario de Generación Automática de Formas Plásticas

Bajo la dirección de García Camarero, el seminario estuvo funcionando dos cursos completos, 1968-69 y 1969-70, sin duda los más productivos e interesantes de los cinco cursos que duró su existencia. Fue ése también el periodo de mayor entusiasmo entre los participantes, ya que no va a ser hasta el final del mismo que empiecen a producirse las primeras deserciones, vacío que, no obstante la incorporación de nuevos nombres a partir de octubre de 1970, resultó muy difícil llenar. Desde el principio se acordó que las reuniones, siempre que fuera posible, tuviesen periodicidad quincenal, con lo cual se concedía un plazo de tiempo razonable para preparar la sesión siguiente. García Camarero ha insistido en que las sesiones de trabajo, al menos durante el tiempo en que él estuvo al frente del seminario, se hallaban presididas por un incuestionable clima de libertad, lo que seguramente contrastaba con la censura impuesta por el régimen político entonces imperante en otros ámbitos. Los participantes intervenían siempre que lo estimasen oportuno, exponían los frutos de sus investigaciones, o bien discutían las opiniones de otros miembros. Tomás García Asensio ha señalado, sin embargo, que este espíritu de libertad y apertura, cuya única formalidad aparente era la que imponía el calendario, no impedía que se tuviese la sensación de una fuerte jerarquización[34]. Sospecho que García Asensio, quien se incorporó al seminario durante el segundo curso de su funcionamiento, quiere también expresar con ello el rigor científico y la dotación de contenido con que García Camarero dirigía las sesiones de trabajo, a fin de evitar discusiones estériles interminables y conseguir unos resultados objetivos cuantificables. García Asensio, sin embargo, ha puesto de relieve cómo lo que él llama el organigrama fáctico del Centro, esto es, la cúpula formada por Briones, García Camarero y Mario Barberá, no estaba precisado en todos sus detalles, dándose además la circunstancia de que aun cuando la función principal de esas tres personas, por lo que al semina-

[34] GARCÍA ASENSIO, T.: *Aproximación a un intento de informatizar la plástica*, op. cit., pág. 3.

rio se refiere, era la de hacerlo funcionar y animar a sus miembros, "el trabajo de cada uno de ellos no estaba claramente parcelado"[35].

Además de las discusiones e intercambio de opiniones sobre el desarrollo de las investigaciones de cada uno de los participantes, así como los pertinentes comentarios a las diferentes comunicaciones publicadas en el Boletín del Centro, eran constantes las aportaciones de referencias bibliográficas acerca de los temas objeto de estudio y análisis y el comentario de los resultados obtenidos en los seminarios de Lingüística Matemática y Composición de Espacios Arquitectónicos, de los que puntualmente informaba García Camarero, aparte de que, según hemos indicado, había miembros que simultaneaban varios seminarios. Entre esos listados bibliográficos destaca especialmente el suministrado desde Valencia por Aguilera Cerni a comienzos de 1969, donde, con independencia de la actualización de sus conocimientos, aparecen autores y títulos que por entonces concitaban extraordinariamente su interés: Gillo Dorfles, Richard L. Gregory, Susanne Katherina Langer, Adam Schaff, Mario Bunge, Sven Hesselgren, Umberto Eco, Jacques Bertin, etc., junto a algunas revistas y publicaciones que se ocupaban en mayor o menor medida de los temas tratados en las discusiones del seminario, acompañado todo ello de algunas direcciones de interés[36].

[35] Ibídem. Quizás fuese este uno de los motivos de la fricción que con el paso del tiempo pudo observarse en las relaciones entre Briones y García Camarero, si bien sería muy arriesgado precisar su grado de intensidad, no solo por el exquisito cuidado que ambos han mostrado, en cuantas conversaciones he mantenido con ellos, en hablar de las mismas, a las que tampoco se han referido en ninguno de sus numerosos textos sobre las actividades del Centro, sino también por las reticencias de la inmensa mayoría de los participantes en mencionarlas o proporcionar alguna luz sobre ellas. Los pocos miembros del seminario, muy autorizados, que me las han comentado, lo han hecho con una buena dosis de prudencia y respeto, indicándome en todo caso que no revelase sus nombres. Ese mismo respeto mutuo, y me parece oportuno dejar constancia de él en estas páginas, es el que se desprende de cuantas declaraciones efectuaron durante y después de la experiencia del CCUM tanto Briones sobre García Camarero como este sobre aquel.
[36] Véase, *Boletín* del CCUM, febrero 1969, págs. 12-14.

Desde el principio mismo de las reuniones gravitaba en el ambiente la necesidad de que los artistas participantes se familiarizasen con los ordenadores, y, sobre todo, aprendiesen a programar. Las reticencias mostradas hacia este aprendizaje, que llegaría a obsesionar a Briones durante el tiempo en que tuvo responsabilidad directa sobre el seminario, hay que atribuirlas no sólo a la dificultad intrínseca que supone aprender un complicado lenguaje matemático y algorítmico por parte de artistas plásticos que habían recibido una enseñanza tradicional, en contacto con los materiales propios de su oficio y alejados de ecuaciones y fórmulas matemáticas, sino a la relativa influencia que todavía ejercía sobre ellos algunos de los aspectos fundamentales de la estética cibernética, en el sentido de considerarse el programa estético como tan importante o más que el producto artístico finalmente realizado. La obra plástica, bien fuese bidimensional o en tres dimensiones, con su soporte material, aún seguía ejerciendo un ascendiente considerable, aunque hay que reconocer la progresiva aceptación del programa estético como obra artística entre los miembros artistas del seminario, según revela el que en las exposiciones que se llevaron a cabo, así como en las diferentes publicaciones donde se daba cuenta de las actividades del seminario, apareciesen también extractos de los programas estéticos que habían servido para realizar las obras. Sea lo que fuere, el caso es que el único de los artistas participantes que aprendió bien a programar fue José Luis Alexanco. El resto necesitaba el auxilio de los técnicos programadores del Centro, que por lo general desempeñaron con generosa entrega su labor.

Una dificultad añadida, perceptible sobre todo una vez que fue diluyéndose el entusiasmo suscitado durante el primer curso académico de actividad del seminario, era la lentitud en obtener resultados concretos de las investigaciones emprendidas por los artistas con el auxilio de la computadora, y no sólo porque el equipo de que disponía el Centro, a pesar de tratarse del más moderno existente probablemente en esos momentos en España, era muchísimo menos rápido que los ordenadores actuales, con un complicado procedimiento técnico basado en el uso de tarjetas perforadas, sino porque el Centro de Cálculo tenía por su propia naturaleza que atender a numerosas peticiones procedentes de los departamentos universitarios y otros organismos de toda la geografía nacional, lo cual significaba guardar turno en una lista de espera. En las frecuentes conversaciones que he mantenido con Barbadillo, más de una vez se ha referido a esos plazos, que podían ser perfectamente de tres meses. Es decir, debía esperar ese tiempo hasta ver los resultados del programa que se había introducido en la máquina, y, dependiendo de los mismos, efec-

tuar los cambios necesarios para, a continuación, esperar de nuevo la obtención de nuevos resultados. De ahí la importancia que tenía una buena coordinación y entendimiento entre el artista y el programador informático, en el sentido de que este, para poder realizar con eficacia su trabajo, dispusiese de un conjunto de líneas directrices muy precisas indicadas por el artista. Pero hay que tener en cuenta que, por mucho que se tratase de llevar a cabo un trabajo estético científico y con el concurso de una poderosa herramienta, el factor intuición resultaba insoslayable. Hasta que el artista no pudiese ver con sus propios ojos el producto de su creación impreso en un papel, no le era posible desechar unas composiciones y seleccionar otras. Cuando Barbadillo se ha referido en uno de sus más conocidos escritos a la crisis que atravesó desde principios hasta finales de los setenta, hasta el extremo de mantenerse completamente alejado de los ordenadores durante ese periodo en su trabajo artístico, está aludiendo a la impotencia originada por el complicado engranaje técnico y burocrático que suponía entonces recurrir a la computadora. La aparición de los ordenadores personales en 1979 vendría providencialmente en su ayuda, sacándolo del callejón sin salida en que se encontraba:

> Por el tiempo en que los problemas del seminario comenzaron, yo estaba teniendo ya mis propios problemas personales. Estaba yendo a Madrid constantemente y regresando a casa con grandes pilas de gráficos de ordenador, cuyo estudio consumía todo mi tiempo. Incluso traté de desarrollar una tabla de puntuación para clasificarlos. Estaba revisando nociones matemáticas que había olvidado desde mis días de colegio y luchando además con otras nuevas: estadística, teoría de grafos, lingüística, etc. Ya ni pintaba ni sentía, sólo reflexionaba todo el tiempo, tratando de formalizar racionalmente, de manera exacta, lo que había nacido sin más método que el de dejarme llevar por el instinto. Algo en mi interior se rebelaba. Empecé a sentirme nervioso y desasosegado y a añorar mi antiguo trabajo solitario, realizado a mi tempo y sin stress. Durante años no volví a usar un ordenador, hasta que aparecieron los pequeños ordenadores personales y con ellos la posibilidad de trabajar con autonomía. Con el ordenador en casa, mi interés renació[37].

[37] BARBADILLO, M.: «Tambores y computadoras», en CASTAÑOS ALÉS, E. (coord.): *Manuel Barbadillo. Obra modular (1964-1994)*, Málaga, Fundación Pablo Ruiz Picasso, 1995, págs. 89-91.

La primera sesión del curso académico 1969-70 tuvo lugar el 20 de octubre, y en ella aparece como coordinador del seminario Ignacio Gómez de Liaño, que acababa de incorporarse, si bien el director seguía siendo García Camarero. Después de hacer una valoración general del curso precedente, caracterizado, según los asistentes, por haberse dedicado "a plantear, a experimentar la posibilidad del trabajo artístico y de su análisis empleando nuevos métodos y nuevas técnicas, consiguiéndose algunos resultados parciales que quedaron patentes en la exposición Formas computables"[38], se coincidió "en que, por encima de todo, de lo que se trataba era de realizar trabajos empíricos y analíticos sobre la obra de arte para llegar a resultados metodológicos y teóricos en el campo de la estética científica y de la generación automática de formas plásticas"[39]. Tales trabajos empíricos y analíticos se referían, en primer lugar, a las obras de los nuevos artistas que se incorporasen al seminario, aunque se proseguirían los iniciados el curso anterior con las obras de Alexanco, Barbadillo e Yturralde. Se estimó, asimismo, que las obras de Manuel Quejido y Herminio Molero, quienes ya se habían incorporado al seminario aunque no participaron en esta primera reunión, reunían características de especial interés para su tratamiento informático, así como las de Sempere, quien a partir de entonces iba a recibir una atención especial por parte de Florentino Briones. También se valoró muy positivamente lo satisfactoria que para los artistas había sido la experiencia del curso anterior.

Desde el punto de vista de la organización interna del seminario, esta primera reunión del curso 1969-70 propuso la creación dentro del seminario de equipos reducidos de trabajo que presentaran en las reuniones quincenales sus resultados, así como la celebración de un encuentro interseminarial con periodicidad trimestral. Ambas propuestas se cumplirían en el futuro sólo parcialmente.

La reiterada asistencia de Gómez de Liaño a las reuniones del curso, subrayada por su función coordinadora, acentuó la presencia de las cuestiones teóricas en las sesiones de trabajo, sobre todo las relacionadas con la búsqueda de una teoría general acerca del funcionamiento y descripción adecuada de la obra de arte[40]. El ritmo

[38] Se refiere a la muestra organizada con motivo de los actos de clausura del curso académico 1968-69.

[39] *Boletín* del CCUM, n° 7, noviembre 1969, pág. 2.

[40]Véase, *Boletín* del CCUM, núms. 8-9, enero 1970, pág. 2.

de presentación de comunicaciones sobre investigaciones concretas de los artistas y otros participantes en el Boletín del Centro, sin embargo, continuaba con una frecuencia bastante alta, destacando a partir de enero y hasta final de curso las de Florentino Briones sobre el desarrollo de un programa informático centrado en la pintura modular de Barbadillo, las de José Luis Gómez Perales, Manuel Quejido y Tomás García Asensio[41]. Asimismo, se mantuvo el interés sobre el estudio y análisis de la obra de los primeros artistas participantes en el seminario, Alexanco, Barbadillo e Yturralde[42].

Una de las novedades que pretendieron introducirse en el curso 1969-70 fue la de incluir, como sección fija del Boletín del Centro, repertorios bibliográficos que orientasen a los miembros del seminario sobre las cuestiones teóricas debatidas. Según se desprende de la consulta del Boletín, parece que la nueva sección no llegó a consolidarse, si exceptuamos la reducida pero enjundiosa bibliografía inserta en el ejemplar correspondiente al mes de enero de 1970 números 8 y 9.

Desde la perspectiva de su desarrollo interno, el curso 1970-71 se inició para el seminario con el abandono de sus anteriores funciones directivas por parte de García Camarero, dirigiéndolo a partir de ahora, y hasta mediados del curso 1972-73, en que abandona el Centro de Cálculo, Florentino Briones. Gómez de Liaño asegura[43] que dejó la coordinación del seminario poco antes de la Semana Santa de 1972, pero esta función deja de aparecer en los Boletines del Centro desde el inicio del curso 1970-71. Quien sí que acude cada vez con menor frecuencia durante los cursos 1970-71 y 1971-72 es Manuel Barbadillo, decisión en la que intervinieron tanto razones de tipo personal como de la propia marcha interna del seminario[44]. En efecto, éste no va a ser ya a partir de octubre de 1970 lo que fue en los dos cursos primeros, iniciando una lenta agonía hasta su disolución al final del curso 1972-73. En realidad, ya desde aproximadamente la mediación del curso 1969-70 comienza a detectarse una considerable merma del entusiasmo de los momentos iniciales, acrecentada en los meses y años sucesivos.

[41] Estas comunicaciones aparecieron en los núms. 8-9, 10 y 11 del *Boletín* del CCUM, publicados entre enero y abril de 1970.
[42] Véase, *Boletín* del CCUM, núms. 8-9, enero 1970, pág. 2.
[43] Así me lo comunicó por teléfono en noviembre de 1996
[44] En conversación mantenida con Barbadillo en su casa el 2 de noviembre de 1996, éste me aseguró que abandonó definitivamente el seminario a comienzos de 1972, poco antes de que García Camarero perdiese asimismo su interés en el desarrollo de la experiencia.

Las razones de esta pérdida de entusiasmo y de la decadencia señalada son variadas y complejas. De un lado, la propia estructura jerárquica del CCUM a que se refería García Asensio, con una complicada trama de intereses en última instancia relacionados con la adquisición de parcelas de poder y la obtención de beneficios personales en el intrincado mundo académico de la universidad española a finales de los sesenta. A pesar del espíritu de libertad y heterodoxia que García Camarero estaba resuelto a imprimir al seminario desde su creación, y sin menoscabo de que fuese real y verdaderamente percibido por sus miembros, como hemos admitido que ocurrió según sus propias declaraciones, aquella organización escalonada del Centro debió pesar entre los componentes de los seminarios, tanto más cuanto que muchos de ellos eran creadores plásticos, y, por tanto, portadores de una especial sensibilidad frente a los, por otro lado, naturales y comprensibles esquemas organizativos jerárquicos. En segundo término, hay que valorar el entramado burocrático, la lentitud administrativa y técnica en la consecución de resultados ágiles y fluidos a que también se ha referido Barbadillo, sobre todo si tenemos en cuenta que muchas veces se trataba de imponderables que no podían ser controlados por los responsables del Centro. Briones confiesa que algunas veces los programas informáticos que debían realizar estudiantes becados por el Centro, no llegaban a terminarse, bien fuese por coincidir con un periodo de exámenes en la universidad, bien por la demanda creciente de programas solicitados por los diversos usuarios del Centro[45]. En tercer lugar, la misma evolución creadora y vicisitudes personales de los propios artistas participantes, los mismos que en opinión de Briones habían determinado su rápido éxito[46]. En tal sentido, aparte la coherencia y honestidad de la posición de Sempere, quien desde los instantes fundacionales mantuvo una actitud de reserva ante las posibilidades del uso de la computadora con fines estéticos, se dieron claros ejemplos de progresivo o acelerado descreimiento de esas potencialidades concedidas a la máquina. Alexanco e Yturralde, por sólo mencionar los más significativos, pueden ser incluidos en la nómina de creadores que paulatinamente irían abandonando el uso del ordenador, aunque mostrando siempre un profundo respeto por la máquina y la experiencia desarrollada en el Centro. Otros, como fue el caso de Herminio Molero, pero sobre todo de Manuel Quejido, interrumpieron de forma brusca las investigaciones emprendidas durante esos años, adscribiéndose de manera fervorosa a las nuevas corrientes neofigurativas tan de moda en la escena madrileña de mediados los setenta. En cualquier caso, a excepción de Manuel Bar-

[45] BRIONES MARTÍNEZ, F.: *Arte y ordenadores en el XVII SIMO y sus antecedentes*, op. cit., págs. 11-12.
[46] «El rápido éxito del seminario se debió sin duda a su composición». Ibídem, págs. 8-9.

badillo y Elena Asins, los demás artistas integrantes del seminario acabarían renunciando con el paso del tiempo al uso de la computadora para realizar sus trabajos.

Los responsables directos del Centro, Briones y García Camarero, siempre han sido relativamente parcos en sus escritos y declaraciones a explicar con detalle las causas de la extinción del seminario. En referencia a ellas afirma lo siguiente Camarero: "Las causas fueron imperceptibles, aunque uno de sus principales componentes pueda ser la mal soportada heterodoxia y libertad con que nació [el seminario]. Llegó un momento en que se habló de reglamentos, o cuando menos de programas bien definidos de actividad (como si la creatividad se sujetara a reglamentos)"[47]. La última frase de la cita es posible que aluda, aunque sin mencionarlo, a la etapa en que Briones dirigió el seminario. Este último, por su lado, ve el comienzo del fin del seminario en el aumento del número de artistas y en la disminución del de arquitectos y programadores:

> Con el éxito del seminario aumentó, como es lógico, el número de artistas que asistían a él. Y esto fue el principio del fin, porque, como ya he dicho antes, el número de arquitectos (que aportaban su formación puente entre artística y científica) y de informáticos (que aportaban su conocimiento profundo del ordenador) comenzó a disminuir[48].

Su conclusión, sin embargo, es que la causa principal de la muerte del seminario fue el desinterés de la propia universidad ante una experiencia que combinaba elementos hasta entonces muy rara vez juntos, como eran la investigación científica y la expresión artística:

> Como puede deducirse de lo expuesto, el seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas murió de inanición. Toda planta, y más cuando está en plena floración, debe ser regada. En caso contrario, no es de extrañar que se marchite. Un par de informáticos dedicados en exclusiva al tema hubieran constituido el riego necesario. Pero, ¿puede (o quiere) la universidad española regar la investigación artística? Si hay agua para regar algún tipo de investigación (cosa que tampoco está muy clara) se comprende que no se

[47] GARCÍA CAMARERO, E.: *El ordenador y la creatividad en la Universidad de Madrid a finales de los sesenta*, op. cit., págs. 182-183.

[48] BRIONES MARTÍNEZ, F.: *Arte y ordenadores en el XVII SIMO y sus antecedentes*, op. cit., pág. 11.

> va a *malgastar* en una cosa tan improductiva como el Arte, habiendo tantas ecuaciones diferenciales por resolver, tantas incógnitas en la física de las estrellas, tantas matrices de *input-output* para analizar los problemas de la economía española...
>
> Si consideramos al Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid como una sola planta, podría haberse aplicado, como se hace con las dalias, la técnica de eliminar la mayor parte de los tallos y botones para fortalecer los que quedan y obtener flores mayores. Desde luego, pude haber impedido el nacimiento de otros seminarios, pero nunca me pareció correcto eliminar otros proyectos que quizá hubiesen podido llegar a dar flores igualmente hermosas[49].

Cuando el arquitecto Francisco Javier Seguí de la Riva dice, a fin de ofrecer una explicación del debilitamiento "de lo que podría llamarse orientación informática de la arquitectura, en beneficio de un reforzamiento sustancial de la corriente artesanal ideológica", que es posible que la euforia por el arte tecnológico disminuyese drásticamente hacia 1973-74 como consecuencia de la crisis del petróleo, indirectamente está proporcionando una de las claves para dilucidar las razones de la desaparición de los seminarios del CCUM, si bien, para cuando comienzan a vislumbrarse los efectos de aquella crisis, el seminario de arte hacía ya tres años que había dejado de despertar entusiasmo entre sus protagonistas[50].

En cuanto a la fecha de extinción del seminario, ya hemos manifestado que se sitúa al final del curso académico 1972-73. Durante este último curso, sin embargo, su labor es ya muy débil y dispersa, apareciendo sólo un número del Boletín del Centro en el que se da cuenta de sus actividades. Este Boletín, el último del CCUM en el que se incluye una sección, como era la costumbre, dedicado al seminario de Generación Automática de Formas Plásticas, es el número 21, correspondiente al mes de diciembre de 1972. La lista de participantes aparecida en este Boletín, asimismo la última de que se tiene constancia en relación a las reuniones del seminario celebradas en el Centro de Cálculo, está compuesta por las siguientes personas: Florentino Briones, Ana Buenaventura, M. A. García Fernández, José Luis Gómez Perales, F. J. González Estecha, F. Martínez Villaseñor, Enrique Salamanca, Guillermo Searle, Eusebio Sempere, Soledad Sevilla y José María López Yturralde, nómina que pone de relieve la constancia y fidelidad a la experiencia que aún mantenían algunos de los más destacados miembros de la etapa inicial, a pesar de la sensación dominante de

[49] Ibídem, pág. 12.
[50] Véase, SEGUÍ DE LA RIVA, F. J.: «Arquitectura e informática», en *Arte e Informática*, Madrid, Fundación Citema, 1980, págs. 13-24.

que el seminario había dado prácticamente de sí todo lo que podía y que la experiencia había que considerarla razonablemente agotada. El siguiente Boletín, el número 22, de marzo de 1973, si bien incluye un importante artículo de Ignacio Gómez de Liaño y el arquitecto Guillermo Searle sobre *"Pintura y perceptrónica"*, lo contempla como un texto aislado, sin conexión oficial alguna con las actividades del seminario, aunque éste sigue celebrando sus reuniones en el Centro hasta junio de 1973. La fecha simbólica de desaparición del seminario a que se ha referido Briones, el 18 de diciembre de 1974, haciendo de este modo coincidir el día y el mes del nacimiento y muerte del seminario[51], hay que tomarla tan sólo, como él dice, comofecha simbólica, ya que durante el curso 1973-74 el seminario, aunque con el mismo nombre, no celebró ya sus reuniones en el Centro de Cálculo, sino en la Escuela Superior de Arquitectura de la Complutense, adonde el seminario, con apenas asistentes de la etapa en que estuvo funcionando en el Centro de Cálculo, se había trasladado bajo la coordinación de Briones y gracias a la invitación efectuada por F. Javier Seguí de la Riva, catedrático a la sazón en la citada Escuela[52].

El número de comunicaciones de miembros del seminario publicadas en el Boletín del Centro se reduce drásticamente durante los tres últimos cursos, siendo las más destacadas los artículos de Briones sobre descripciones de programas informáticos, uno de los cuales sería usado por Sempere para realizar su famoso autorretrato computerizado, y que ponen de manifiesto los esfuerzos desarrollados por el CCUM durante la etapa en que Briones dirigió el seminario por difundir entre sus participantes el manejo de programas y aprender los conceptos básicos de la programación, a fin de poderlos crear los mismos artistas[53]; un pequeño texto introductorio de F. Javier Seguí de la Riva acerca de la pintura sobre redes moduladas[54] y el artículo de Gómez de Liaño y Guillermo Searle sobre las relaciones entre pintura y perceptrónica a que hemos hecho ya referencia[55].

[51] Véase, BRIONES MARTÍNEZ, F.: *Arte y ordenadores en el XVII SIMO y sus antecedentes*, op. cit., pág. 8.
[52] Varios años más tarde, en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, se creó a comienzos del curso académico 1980-81 un seminario de Arte e Informática coordinado asimismo por Briones y que llegó a editar, aunque de modo muy rudimentario, un Boletín en el que colaboraron, entre otros, Javier Maderuelo y José Iges. En algunos de sus números se reprodujeron destacados artículos aparecidos en los años de funcionamiento del seminario de Formas Plásticas del CCUM, como, por ejemplo, el famoso artículo de Herbert W. Franke publicado en el catálogo de la exposición *Impulsos: arte y ordenador*, publicado ahora en el Boletín n° 2 del mencionado seminario de la Politécnica, acompañado de un comentario crítico de Javier Maderuelo.
[53] Véanse los Boletines del CCUM núms. 17 (diciembre 1971), 18 (marzo 1972), 19 (junio 1972) y 21 (diciembre 1972).
[54] Véase, *Boletín* del CCUM, núm. 18, marzo 1972, págs. 1-3.
[55] Véase, *Boletín* del CCUM, núm. 22, marzo 1973, págs. 73-93.



De izquierda a derecha. Enrique Salamanca, José Luix Alexanco, Lugán, Eusebio Sempere, Abel Martín

Entrevista a Luis García Núñez (Lugan)

Un encuentro

Primavera del año 1969. Un grupo de artistas participábamos en los Seminarios del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid. Cada artista presentó su proyecto y se discutía su viabilidad computable y los resultados posibles.

Mi proyecto se dirigía en el tratamiento y manipulación de los componentes y circuitos electrónicos que integran el Computador. Integrarlos en montajes y esculturas y darles nuevas aplicaciones electrónicas o ser elementos de composición plástica.

Por mediación de Mario Barberá, solicité visitar las instalaciones del Almacén y Desguace de Computadores, con la opción de rescatar piezas que fueran de mi interés.

Mi primera visita tuvo un principio inquietante. Entré en la gran nave donde se almacenaban los bastidores, chasis, transformadores, tarjetas, circuitos impresos, etc. Contemplé con asombro como varias personas utilizando grandes mazas, machacaban, fragmentaban y destruían aquel maravilloso, filón tecnológico. Allí estaba todo lo que yo buscaba. La sorpresa me paralizó pero inmediatamente pedí que suspendieran por un tiempo la masacre. Ante mí había un panorama desolador, entre el amasijo de materiales rotos, algún motor y algunos componentes todavía se movían. Contemplé como un gran condensador electrolítico reventaba y despedía al aire en espirales, las cintas de su material interno.

Me indicaron la zona donde podía encontrar máquinas sin desmontar. Por segunda vez me sorprendí. Frente a mí estaba, potente, desafiante, un computador completo. Me acerqué y acaricié su superficie, sus aristas, y noté un leve estremecimiento en su aparente rigidez. Le hablé, le comenté mi proyecto, la nueva vida que quería darle. Allí nació la obra *Computador para desguace sensible al tacto humano*.

Lugán, 1969

El Centro de Cálculo

Cuando me llegó la invitación para integrarme en el grupo del Centro de Cálculo pensé que este asunto podía hacerme salir del campo que más me interesaba, de todas maneras acepté y puse como condición que yo no iba a hacer ningún programa informático sino que iba a incorporarme en lo que era el material técnico para investigar en él. Se aceptó mi propuesta y efectivamente, y aunque yo acompañé a compañeros en programas que estaban tratando de realizar, y me pareció de mucho interés las cosas que se estaban haciendo, yo no quise salir de ese aspecto al realizar mis obras, siempre obras físicas. O sea, la programación no era un elemento que a mí me atrajera en aquellos momentos, y opté por meterme de lleno en el mundo tecnológico de los computadores, pero de lo que es la máquina y los computadores reales, físicos con sus materiales y sus posibilidades, como ya he comentado en alguna ocasión, para transformarlos, o darles lo que yo digo una nueva vida, y estuve hasta el final integrado en el grupo, y dando mis opiniones también, pero sin participar en realizar ningún programa de tipo informático y ahí terminó mi participación en el grupo, cuando se terminó el Centro de Cálculo.

Como trabajador en electrónica en aquellos años de 1969, yo tenía un acercamiento a todo lo que era la evolución tecnológica que se estaba fraguando en aquellos años. Como todos los técnicos siempre tenemos un acercamiento a las máquinas, a los motores, a todo aquello por lo que transita la electricidad, que nos da un cierto ¡eh!, una cierta sensibilidad de percibir, no solamente el calor o el voltaje que tienen determinados componentes cuando están funcionando, sino que, cuando están fuera de uso algunos componentes todavía conservan aquel residuo eléctrico que al tocarlos se desprende un pequeño voltaje que te hace pensar que todavía están vivos que todavía pertenecen al mundo en que vivimos, y entonces todo esto a los electrónicos en general, nos hace tener un respeto a todo aquello que ha hecho un servicio dentro de la construcción para lo que estaban destinados, pero que al mismo tiempo conservan, además de su belleza intrínseca como elementos plásticos, incluso durante mucho tiempo algún residuo de aquel servicio que estaban prestando.

Esto es lo que me da motivo, cuando he hablado del *Computador para desguace sensible al tacto humano* a decir que percibía un leve, un pequeño temblor en sus aristas, y es cierto, aquel computador todavía conservaba en su chasis, en sus componentes parte de aquel servicio que había ofrecido durante muchos años. Eso siempre se puede traducir en una prolongación de la vida de los componentes o de los

elementos que componen una construcción electrónica, o un elemento de servicio para la comunicación o para el establecimiento de determinadas ideas que a los artistas se nos puede ocurrir.

Toda mi historia a partir de esos años en que estaba allí (en el Centro de Cálculo), completamente absorto por el trabajo y por el descubrimiento de aplicaciones de los elementos tecnológicos para realizar obras de arte, tenía un mundo muy unitario entre lo que era el servicio de las máquinas, o de los elementos tecnológicos, y el de su aplicación a determinadas ideas que con el uso de estos elementos técnicos y tecnológicos se podían alcanzar por esta vía, y que era muy difícil lograrlo por la vía de la plástica tradicional.

Esto me empujaba a tener siempre presente que todas las ideas que me surgían inmediatamente buscaba cual era el vehículo esencial elemental y profundo para lograr que esas ideas que yo tenía en mente poderlas llevar a cabo a costa del empleo de estos elementos tecnológicos.

Esta evolución de los elementos electrónicos daba lugar también a que me surgieran varias ideas con el deseo de hacer participar al público, al espectador, a las personas que visitaban las exposiciones, participar de la obra, de la obra de arte, transformarla incluso. Eso me llevó mucho tiempo. Investigar y lograr como podría unir a determinadas esculturas o instalaciones plásticas, la posibilidad de que el espectador pudiera penetrar en el mundo de esa obra y transformarla e integrarse en ella, de ahí surgió la idea de las obras táctiles, a través del tacto creí yo que podría ser el elemento en el que se podía integrar un espectador con una escultura. Entonces surgieron algunas obras como por ejemplo, *Los grifos sonoros*. El grifo era un elemento plástico muy atrayente con materiales muy atractivos como el acero inoxidable, y que el espectador al manejarlo, al abrir la llave del grifo en vez de salir agua, salían sonidos, pero los sonidos estaban variados según el manejo que hacia de la manivela del grifo, si cerraba el grifo se acababa el sonido, si levemente lo abría, el grifo hacía un sonido de goteo, y si lo abría del todo, salía un chorro sonoro que llenaba toda la sala de exposiciones, esta fue una de las obras iniciales de la participación del espectador en la obra de arte.

Ocurrió que tuve la invitación de participar en la Bienal de Venecia de 1972, y entonces proyecté cuatro grifos sonoros para que en la exposición los espectadores los pudieran maniobrar, cada grifo tenían unas secuencias, o tienen porque los grifos están actualmente en el Reina Sofía. Estos grifos causaron un verdadero impacto

en la Bienal de Venecia del año 1972, tanto es así que llegaron incluso a inutilizarlos del exceso de fervor por los espectadores por poder sacar sonidos de los cuatro grifos, que estaban o están armonizados, de forma que se puedan combinar entre ellos diversos efectos sonoros.

Yo los días que estuve en la Bienal contemplé con asombro, como la gente manejaba aquellos grifos de una manera verdaderamente sorprendente, poniéndose de acuerdo un grifo con otro en destacar determinados sonidos rítmicos, más lentos para que jugase con el sonido de los otros grifos. Por todo esto comprendí que podía desarrollarlo de una manera mucho más eficaz, haciendo todavía más diferente las posibilidades de sonido de cada grifo, y al final, cuando terminó la Bienal de Venecia, estos grifos me los adquirió el Museo de Arte Contemporáneo Español, y yo hice los cambios fundamentales para que funcionasen no solamente individualmente, si no en conjunto, como un cuarteto musical.

Después hice una serie de esculturas, que al acercarse, la escultura generaba determinados ritmos o determinadas preguntas al espectador y según las contestaciones que daba, así la máquina respondía con un sonido agudo o con un sonido grave.

Otra obra de participación, es un encargo que tuve de Mario Barberá, de realizar una escultura con una tirada determinada de ejemplares, y entonces hice otra obra de participación que es *La mano térmica*, la mano con calor, la mano metálica con calor humano, el espectador puede tocar la mano y percibir que el frío metal se convierte en calor humano. Me resulta muy interesante el atractivo que tiene, en cuanto a la participación, el efecto sensorial que causa sorpresa en el espectador, que no sabe que aquello que toca es un elemento inanimado metálico, están hechas en aluminio pulido, interiormente tiene una resistencia que da un a temperatura aproximadamente de unos 38º C a la mano. La mano se puede sacar del soporte y entonces se puede distribuir entre la gente que está mirando la obra o que, está visitando la exposición, lógicamente el aluminio conserva la temperatura durante un tiempo bastante largo. La idea de este proyecto es crear una obra de arte tan cercana al ser humano como es acariciar una mano. Sigo investigando sobre este tema, por ejemplo, con esculturas que lanzan aire frío y caliente al acercarse, como una respiración.



Entrevista a Javier Maderuelo

Soy Javier Maderuelo, doctor en Arquitectura, doctor en Historia del Arte y Catedrático de Arquitectura del Paisaje en la Universidad de Alcalá.

Cuando me acerqué al "Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas", lo que de una manera genérica se llamaba el Centro de Cálculo, yo era entonces un estudiante de arquitectura, y me incorporé a este Seminario cuando Javier Seguí nos reunía en la Escuela de Arquitectura. Poco después, no recuerdo muy bien, ya que hace de esto unos 40 años, pasamos al Museo de Arte Contemporáneo, que estaba en un edificio próximo a la Escuela de Arquitectura, arropados por un institución que se llamaba el CINFE, el Centro de Investigación de Nuevas Formas Expresivas.

Allí estuvimos dos o tres años tal vez, hasta que por un cambio de dirección nos terminamos yendo a la Facultad de Informática, al sur de Madrid, muy cerca de Vallecas, donde seguimos solo un grupo muy reducido de personas que nos dedicábamos a analizar y generar formas musicales.

El trabajo que realizamos en este seminario era fundamentalmente musical, al menos en la sección en la que yo estaba. Cuando llegué, era el último momento del Seminario, el último momento del Centro de Cálculo, entonces otras secciones, como la de lingüística, o incluso la sección de diseño que había llevado Javier Seguí, habían dejado de funcionar, o nosotros no teníamos un contacto directo con ellas.

No recuerdo muy bien, ya digo han pasado 40 años, de qué manera me enteré que existía este Seminario, pero muy probablemente fue Emiliano del Cerro, un compositor al que yo había conocido en los cursos de Música Contemporánea de Luis de Pablo, el que me debió de alertar de que en la misma Escuela en la que yo estaba estudiando Arquitectura estaba funcionando este Seminario. En cualquier caso recuerdo que, muy probablemente en la primera de las sesiones a las que asistí, estaba Elena Asins contando cómo había realizado una de sus obras, y yo, he de decirlo, quedé fascinado con la figura de Elena Asins y con las cosas que contaba.

A partir de ahí surgió mi interés por este tipo de trabajos. En el grupo en el que yo estuve, recuerdo vagamente algunas de las personas que a él asistían. Estaba el pianista Rafael Senosiaín, estaba Emiliano del Cerro, después de que yo ingresé en el Seminario vino José Iges, y recuerdo que había también otro compañero, del cual no sé el nombre, que estudiaba ingeniería, y entre todos intentamos, de alguna manera, explicar a Florentino Briones cómo era el lenguaje musical, o al menos el lenguaje musical que a nosotros nos interesaba, para poder generar un cierto tipo de

música que obviamente no iba a ser melódica, no estábamos tampoco interesados en los problemas de la armonía tradicional, ni siquiera en el serialismo o el dodecafónico, sino que estábamos intentando hacer una música que fuera consecuencia de la utilización de ese lenguaje que estábamos analizando, descifrando y volviendo a construir.

Tampoco se trataba de intentar ver cómo un compositor piensa una partitura para hacer que el ordenador reproduzca esa partitura, sino que, de alguna manera, el procedimiento utilizado por el pintor Manuel Barbadillo para generar sus cuadros, a través de unos módulos que se repiten, giran, se invierten y se retrogradan, era un modelo que nosotros podríamos utilizar. En mi caso, me interesé muy particularmente por el problema de los ritmos y en ese sentido la obra de Olivier Messiaen fue para mí muy importante.

Messiaen había escrito un libro sobre los ritmos no retrogradables, y esta idea de que un compás se engarza con otro y ese a su vez con otro para formar una frase de compases rítmicos fue un tema que ocupó todo mi tiempo y todos los años que estuve en el seminario, que, muy probablemente, fue desde el año 1974 hasta el año 1980 ó 1981, es decir los últimos años de este Seminario.

En el Seminario, como he comentado, nos dedicábamos al análisis y a la generación, y tuvimos la oportunidad, yo al menos tuve la oportunidad, de poder realizar tres obras completas. Y esto fue posible porque encontramos la manera de que nos financiaran, no el poder poner estas obras en público, sino el contratar un grupo instrumental que leyera estas partituras y las interpretara en público. Esto fue posible gracias a la feria del SIMO que en aquel momento tenía un secretario que pensó que podría dedicar una pequeña parte de su presupuesto a programar un acto cultural que consistía en ofrecer un concierto durante la feria a la gente que acudía a los stands a comprar o a vender sus productos.

Esto suponía también tener que realizar un tipo de música que tenía que ser factible, es decir, que se tenía que escribir en unos pentagramas, que unos intérpretes con sus instrumentos tradicionales pudieran interpretar, y que tuviera un sentido dentro de un espectáculo, que es el concierto, con todos las convenciones que un concierto tiene, desde las de los intérpretes, hasta las de el público. Eso suponía también el tener acabadas las partituras y su particellas en unas fechas determinadas, que son las que la orquesta necesita para poder empezar a ensayar.

Esto supone que no trabajábamos sólo de una manera abstracta o especulativa, sino que nos pudimos fijar esos tres objetivos: dos conciertos en el SIMO y un tercer concierto en la Facultad de Informática, este, de alguna manera, podría entenderse también como la reciprocidad al despacho y a los locales que ellos nos prestaban para poder realizar las reuniones del Seminario.

En este sentido, como digo, hice tres obras, una para cada uno de estos tres acontecimientos, y el proceso de esas obras es realmente curioso, porque de las cuatro palabras que tiene el seminario, es decir Análisis y Generación Automática de Formas. El análisis y la generación lo hacíamos trabajando con la forma musical, en mi caso fundamentalmente con los ritmos, pero la idea de lo automático podríamos decir que hoy parecería conflictiva, sobre todo, si entendemos que ahora enchufamos un ordenador e inmediatamente lo podemos hacer sonar.

Los ordenadores de aquella época no sonaban, no sonaban absolutamente nada, es más ni siquiera podían escribir gráficamente la música. No existía ningún programa para eso, y nuestra preocupación, desde luego, no fue inventar algo que hiciera que un sintetizador sonara, ni tampoco inventar un procedimiento gráfico para colocar sobre un pentagrama las negras, las corcheas y semicorcheas. Todo fue, desde luego, bastante más rudimentario, en un principio lo que yo tenía que pensar es qué tipo de compases iba a utilizar, qué relación podía establecer entre estos compases y, de alguna manera, el procedimiento pasaba por escribir eso, es decir, pasaba por la escritura como un procedimiento de pensamiento.

Yo esto lo escribía, me acuerdo perfectamente, porque lo tengo todavía en casa, en un cuaderno de cuadritos, de estos cuadernos escolares. Estos papeles escritos se los pasaba a Florentino Briones, se lo explicaba también de viva voz, y él buscaba los algoritmos y las fórmulas matemáticas que pudieran transmitir estos compases y sus combinaciones a un proceso matemático, o a un proceso de cálculo. De tal manera que ese proceso de cálculo nosotros no lo teníamos físicamente el ordenador en el despacho, Florentino lo llevaba a unas oficinas de IBM donde, en tiempos perdidos, perforaban unas fichas de cartulina. Con esas fichas se generaba el cálculo dentro del ordenador y el ordenador lo que nos devolvía era un litado escrito en aquello que llamábamos papel pijama, es decir, en unos rollos de papel continuo que tenían rayas claras y oscuras para distinguir los renglones. Las notas estaban escritas con palabras, es decir, ponía do, re, mí, fa, sol*, donde el asterisco podría ser bemol o podría ser sostenido, y nos daba ristras de palabras, ristras de sílabas

agrupadas en bloques, que teníamos que recoger y pasar a cada uno de los compases escribiéndolo a tinta china sobre el pentagrama.

Y una vez que realizábamos unos cuantos renglones del pentagrama, teníamos que comprobar que eso musicalmente tuviera sentido, que no fuera algo aleatorio o circunstancial, y corregíamos. "Bueno aquí ha pasado algo y parece que esto no funciona, ¿porqué no funciona?" y vuelta otra vez al análisis sobre lo que hemos escrito, a las correcciones, a volver otra vez a realizar matrices de probabilidad.

Hacíamos también cálculo porcentual de las veces que podría aparecer o no un cierto tipo de compás, de cuándo debía aparecer uno detrás de otro, o si detrás de ese lo que debería aparecer era otro compás distinto. Hoy me costaría bastante trabajo, cuarenta años después, explicar cómo se realizaba ese proceso, a no ser que tuviera los papeles delante y fuéramos compás por compás viendo toda la casuística.

No queríamos hacer una música sentimental por así decir, no queríamos hacer tampoco una música melódica, sino una música que fuera expresión de un procedimiento, en el cual intervenían series de números pseudoaleatorios. Parte del invento consistía en que Florentino Briones fuera capaz de generarnos series de números pseudoaleatorios pero a los cuales pudiéramos volver otra vez a recurrir cada vez que quisiéramos, cuando cometíamos un error o cuando queríamos mejorar el procedimiento. Es decir, si la serie numérica fuera totalmente aleatoria, no podríamos hacer las correcciones, por lo tanto debíamos poder volver otra vez a las mismas series de números aleatorios.

He contado muy esquemática, breve y desordenadamente la idea. Podríamos tener una idea de cuál fue el tipo de trabajo que yo me planteé con Florentino, lo cual no quiere decir que el resto de mis compañeros hicieran su trabajo de esta manera, ni lo hicieron así, pero creo que de alguna forma tanto lo que Emiliano del Cerro o José Iges realizaron con Florentino, era similar a lo que yo estaba haciendo, o lo que el propio Florentino también pretendía. Generamos una especie de aire de familia. No puedo decir que haya un tipo de música del Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Musicales, pero sí que es cierto que aunque, los números eran aleatorios, lo que nosotros hacíamos desde luego no era aleatorio, sino que tenía una cierta voluntad, y tenía también un cierto sentido dentro de una corriente musical, de la cual podríamos encontrar fácilmente al padre, y el padre era John Cage muy claramente.

Nos reuníamos al final en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, en unos locales que tenía al sur cerca de Vallecas, a los cuales íbamos una vez por semana, al final íbamos Florentino Briones, Emiliano Cerro, José Iges y yo. En las últimas sesiones se sumó Francisco Felipe y creo que hubo un momento, cuando después de haber hecho estos tres conciertos a los que me he referido, sucedió algo, tal vez, y es que hubo un cambio radicalmente conceptual en la industria de la informática. Nosotros estábamos pensando en unas estructuras formales de las cuales el ordenador nos ayudaba a generar series pseudoaleatorias de notas o de compases, o de los elementos que quisiéramos, con unos procedimientos como los que he comentado, absolutamente rudimentarios, es decir, teníamos que transcribir de un papel impreso al pentagrama, de la manera más convencional que uno se puede imaginar, es decir, con una pluma y un tintero, escribiendo las notas en este pentagrama, y eso sonaba con una orquesta convencional, con instrumentos convencionales, con un fagot, con un violonchelo, con una trompeta, que lo hacía sonar. En esos momentos la industria, que había estado trabajando en otros temas distintos como era hacer sonar un sintetizador o generar imágenes de todo tipo, de las cuales hoy día *Photoshop* sería un ejemplo, hacía inútil o dejaba obsoleto ese trabajo que nosotros estábamos haciendo, por otra parte no hubo nuevos alicientes como por ejemplo, el ofrecimiento de escribir para un nuevo concierto, o que alguno de estos grupos experimentales, me refiero, por ejemplo, al Grupo Koan o al Grupo Círculo, que dirigía entonces José Luis Temes, nos pudiera hacer encargos, porque no había muchas posibilidades de repetir este tipo de experiencias.

Creo también que profesionalmente cada uno de nosotros fue tomando otro camino, yo entre medias debía haber acabado la carrera de arquitectura, y tenía que buscar también un destino para mi vida, que desde luego no pasaba por escribir música, de eso no solo no podía vivir, sino que era algo que nos llevaba, al final, mucho tiempo y mucho esfuerzo, y posiblemente alguna satisfacción pero no las suficientes como para seguir adelante.

En mi caso la situación posiblemente fue drástica: no vi ninguna posibilidad profesional de seguir adelante, y desde el punto de vista artístico, como digo, la industria estaba ofreciendo otros productos, que iban claramente por un camino bien distinto al que nosotros habíamos seguido, por lo tanto no tomamos ni siquiera la decisión de dejarlo, simplemente, no nos volvimos a llamar por teléfono para quedar el próximo miércoles, o el próximo viernes, y lo abandonamos, hasta tal punto lo dejamos que no tuvimos la precaución o la prevención de recoger el despacho, de reunir los

documentos que en esa institución había, entre otros, como es lógico, cartas, toda la correspondencia con otros compositores, con otras personas, con otros artistas con los cuales nos habíamos estado carteando, pidiéndoles obra o consejo, porque en el fondo, nosotros mantuvimos relaciones con otras muchas personas.

Pienso que debió quedarse allí buena parte de nuestras obras, de nuestros apuntes, de los papeles en los cuales, semana a semana, íbamos transmitiéndonos, las distintas ideas que se manejaron en el Seminario.

Creo que sería un buen trabajo intentar recuperar esos documentos, sí es que todavía existen, y los documentos que muy probablemente estén en la casa de cada uno de los miembros que formamos parte de aquellos seminarios.

Entrevista a Javier Seguí de la Riva

Soy Javier Seguí de la Riva, arquitecto, profesional, y profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid desde hace 44 años. Ahora soy Catedrático Emérito. He dedicado toda mi vida profesional a la enseñanza, ya que encontré fascinante fijarme en el proceder del oficio y averiguar cómo trasmitir esa experiencia provocando y acompañando el aprendizaje de los estudiantes.

En este instante miro hacia atrás y veo el vacío del olvido, pero con una cierta tensión interior. Me hace ilusión estar aquí recuperando, o reinventándome lo que pasó hace un montón de años.

Cuando terminé la carrera tenía la sensación de que lo que me habían forzado a aprender era insuficiente, que había más cosas y yo las necesitaba experimentar. En aquel entonces España estaba cerrada y había que salir al exterior. Para ver arte, para respirar apertura, para comprar libros... Hice tres cosas: estudiar psicología, que entonces era una diplomatura, empezar a asistir a seminarios de filosofía y dedicarme a practicar arte, porque en la escuela de arquitectura se quedaba uno en el Renacimiento, el arte contemporáneo no existía, y la reflexión que podía hacerse sobre el hecho de hacer edificios era muy corta. Alrededor mío había más gente que tenía esa misma sensación.

Después de un periodo de 4 años de formación complementaria y, empezando a trabajar profesionalmente, volví a mi Escuela porque me llamaron. Tenía un buen expediente académico y gran entusiasmo, y me estimulaba la enseñanza enfocada en una búsqueda honesta de los fundamentos del oficio.

Un oficio se enseña de cualquier manera porque se aprende haciendo (no explicando), pero el hecho de hacer, o no hacer, el hecho de respetar, el hecho de abrir o no abrir, es otra cosa. En aquel entonces era posible tener becas para formación de personal investigador. Y enseguida conseguí una. Me empezó a interesar el ordenador. Me interesaba que la aparición del ordenador estaba dando lugar a una forma de pensar y de hacer las cosas de forma distinta a como se hacían hasta entonces. Lo fundamental de hacer edificios es proyectar edificios, dibujar edificios, y dibujar edificios era una cosa que no se había ni analizado. Había unos pocos libros sobre nacientes metodologías de diseño pero eran muy parciales. A mí el apoyo de la lógica de los ordenadores a la arquitectura me parecía interesante, y ese fue el arranque.

En aquel entonces para enterarse de qué era un ordenador había que ir a IBM. Yo acabé en unos cursos que hacían para comerciales. Estuve allí seis meses y acabé aprendiendo *Asembler*. Cuando acabé aquella etapa tuve una entrevista en la que me dijeron que estaban montando un centro maravilloso con un ordenador que venía de Italia, con un personaje que se iba a ocupar de estas cosa que se llamaba Mario Barberá, y me condujeron directamente al Centro de Cálculo, y allí tuve conexión con el nacimiento de todo, "¿qué hacemos con esto?". No me acuerdo cómo apareció la idea de hacer seminarios, pero supongo que estaría en el conjunto de todas las personas que estábamos allí. A partir de aquello, todo se empezó a mover; porque la preocupación era muy general. Acababan de salir las gramáticas generativas de Chomsky, habían hecho una serie de exposiciones como *Computer Serendipity*, había dos o tres libros de diseño de arquitectura. Había una especie de conmoción general y la gente que estaba allí compartíamos eso. No sé cómo se pusieron en marcha los seminarios. Yo iba a todos porque me interesaban todos, aunque estuviera más involucrado o tuviera más responsabilidad en el de arquitectura.

Realmente en todos los seminarios estábamos hablando de lo mismo: Cómo algoritmizar procesos, algunos de los cuales no estaban analizados fenomenológicamente, es decir, qué se hace cuando se hace lo que se hace, ese era el tema. Y la otra cosa importante era que había otra gente que aunque no lo formulara así estaba allí por lo mismo. Me sentía formar parte de un colectivo interesado que generaba energía para el que lo más importante era la transmisión de información, "¡he leído un libro!" y uno iba al libro que había leído el otro. Ese clima era el que a mí me parecía absolutamente fantástico. Y ese clima no sé si salió en contra de alguien o algo, o a favor de no sé quien, el clima estaba allí y el CCUM estaba allí, allí estábamos nosotros. Allí nos reuníamos todos los días. A medida que iba pasando el tiempo nos íbamos juntando más personas, aquello interesaba. Algunos iban a oler, otros iban de paseantes... pero todos estábamos allí... al final era una fiesta... muchos participando en todo o en varios seminarios. Esta es ahora mi visión, la visión retrospectiva de aquella situación, y es la que me gusta contar, porque en ella no hay personajes ni protagonistas sino sólo una masa, donde unos hacía unas cosas y otros otras, pero el conjunto lo que fabricaba era esa especie de buen ambiente que nos hacía ir con alegría a participar de las diversas actividades en marcha.

Era dificilísimo hacer lo que tratábamos de hacer, no había *Autocad*, no había programas que dibujaran, pero había una inquietud absoluta y , al mismo tiempo, había un montón de congresos por todas partes, era una inquietud muy generalizada.

Saber que algo parecido pasaba en varios otros lugares era muy emocionante.

En el caso de la arquitectura, bueno no quiero hablar de arquitectura, porque en la actualidad yo no sé lo que es la arquitectura ni me interesa saberlo. Sé que hay una profesión que se llama arquitecto que es la de la gente que diseña edificios, y después hay una industria que los fabrica; los fabrica con dinero de los bancos, con préstamos, y son productos que luego se venden, pero es una industria en la que participan los arquitectos. A mí me interesaba el arquitecto como participante en ese proceso, y me sigue interesando y creo que una escuela de arquitectura es un lugar donde se forman esos personajes, que ofician, que tienen el oficio de diseñadores de edificios y que luego salen de allí para colaborar en la industria edificatoria.

Cuando yo llegué al CCUM, como ya había acabado mi carrera, ya había a trabajado en estudios en Madrid, y la primera sensación que tuve en un estudio donde se hacían viviendas de militares completamente organizadas fue que no hacía falta una escuela de arquitectura para aprender a hacer aquello, porque aquello lo hacía cualquiera siguiendo unas pautas fijas, rigidísimas. Sin embargo dentro de la escuela uno veía que había posibilidades de hacer otras cosas, incluso era fácil sentir la posibilidad de inventar edificios que no tuvieran nada que ver con nada. Esa era la tangencia, el lado en contra de lo que estaba pasando y, por eso, el lado importante.

Para analizar lo que hacían los arquitectos al diseñar se nos ocurrió montar una mesa con un plano de cristal, situar una cámara automática debajo (la cámara tenía cuerda para poderla disparar a distancia) y hacer dibujar en este artilugio a diseñadores con diversa experiencia. Mientras estos dibujaban (y hablaban) íbamos sacando fotos del proceso con una cierta cadencia (cada minuto, por ejemplo) y, luego, reveladas en papel transparente, las comparábamos. Ahora con un ordenador ese trabajo hubiera sido sencillísimo.

Categorizar las operaciones registradas nos llevó años, pero fue muy emocionante, nos abría al interior del diseñar, al proceso de la formación del diseño.

Después de la crisis del 73 aparecían en el mercado programas que dibujaban llamados de ayuda al diseño, pero siguen sin aparecer programas de proyectar.

El ordenador se utiliza ahora para muchísimas cosas, para precisar, para regularizar, para matizar, para meter unas cosas dentro de otras, Pero no es posible lanzarse al ordenador para que el ordenador sea de alguna manera el que conduzca y empuje, el preceder configural.

En el diseñar edificios hoy más importante que nada es haberse dado cuenta que se puede utilizar cualquier objetualidad (vegetal, mineral o artificial) como modelo esquemático a escala de un posible edificio. Pero este descubrimiento se hace como consecuencia de haber hecho un esfuerzo tremendo por fenomenologizar el proceso de diseño. Y esto fue consecuencia de aquel esfuerzo.

Yo no tengo esa experiencia, yo no he hecho ni administración ni cosas rutinarias para mí, sin embargo, la aparición del ordenador y la aparición de las aplicaciones informáticas es un reto intelectual de primera magnitud, que lo que hace es, por lo menos a mí, confrontarme con mi propia intimidad operativa, forzándome a entender lo que hago como si mi inconsciente fuera la propia máquina. Claro que la creatividad está justamente en lo imprevisible, y lo imprevisible no está allí; un ordenador puede hacer una cosa que no has visto, pero lo imprevisible es difícil, iría contra el propio sistema operativo, la creatividad todavía está fuera del ordenador. A no ser que el proceso lógico no haya sido previsto, y produzca una sorpresa. En última instancia el avance de la humanidad está en contra de la propia máquina, en contra del propio sistema, y en contra de todo.

Yo viví todo aquello desde un punto de vista que llamaría emergentista, no sé a quién se le ocurrió hacer aquel edificio y poner aquella máquina allí pero los seminarios los hicimos entre todos nosotros. Los seminarios nacieron como consecuencia de una inquietud de una serie de gente casi en la base, auspiciados por los más enterados en ese instante en el manejo de los ordenadores, como podían ser Florentino Briones y García Camarero pero, en última instancia, nadie los propuso, no vinieron de arriba, vinieron de en medio, porque la inquietud estaba en todas partes. Y de hecho no se sabía lo que iba a pasar con el CCUM pero en cuanto empezó a difundirse la información de que allí había seminarios y de que la gente se juntaba, empezaron a aparecer gente de debajo de las piedras.

¿La intención de transmitir? La intención era la de aprender, era meterse en aquella atmósfera y pelearse, y aquello era lo que era bonito, vuelvo a insistir. La operatividad que se podía sacar desde el punto de vista del *marketing* de la empresa promotora supongo que habrá funcionado, pero yo no lo viví así. Hubo un momento en que nos

invitaron a ir a París y nos invitaba a ir a todas partes el propio IBM. En ese sentido sí que era una especie de mecenas, pero iría a lo suyo, su negocio era vender ordenadores, pero los que estábamos allí y viajábamos no íbamos a vender ordenadores.

Yo no lo llamaría transmisión de conocimientos, lo llamaría aprendizaje puro. Lo que más me interesaba de alguien que delante mío decía algo era lo que me estimulaba a mí, no lo que aprendiera de él. Yo no entiendo el aprendizaje como enseñar; para mí el aprendizaje es aprender y lo que hay que tener es voluntad de aprender y entonces esa relación del aprendizaje, la más pura, es completamente, no anárquica, pero si horizontal, no es jerárquica. A lo mejor nadie de los que estábamos allí sabía lo que quería, porque es imposible saber lo que se quiere. (Lo único que podemos saber es que tenemos que morir). Todos estamos aquí cazando cosas que van saliendo y asombrándonos de nosotros mismos. Esa es la cuestión. Y aquello era perfecto para esto. Efectivamente las reuniones que había eran completamente igualitarias, siempre nos sentábamos en una mesa cuadrada, sin cabecera; si venía alguien se sentaba en algún sitio y se convertía en cabecera el lugar donde confluían las miradas por una determinada circunstancia pero no había jerarquía. Había conferencias en el salón de conferencias pero al final (hay fotografías), se deshacía la jerarquía y acabábamos todos, sentados en el suelo mirándonos unos a otros.

En mi visión personal, creo que en este momento la universidad está en crisis, y empiezan a aparecer iniciativas por todas partes de universidades libres fuera de la universidad oficial. A lo mejor era una cosa parecida a esto. Yo estoy requerido cada vez más porque, a partir de las relaciones en la red, empiezan a aparecer peticiones, para juntarse y hablar de temas. Yo en la universidad ahora tengo un seminario abierto lleno de gente, en el que hablamos de libros y de lecturas. Porque la necesidad de referirse, de sentirse acompañado, es absolutamente necesaria. Ahora todo el mundo está con su ordenador haciendo cosas; ya no hay ese problema de qué significa el ordenador. Pero sin embargo el problema de fondo sigue siendo el mismo: "¿Qué hacemos un montón de personas mirándonos unos a los otros?"

Tenemos que estar trasmitiéndonos algo, y estamos aquí para fascinarnos mutuamente y aprender y en cuanto hay una ocasión de poder hacer eso la cosa funciona perfectamente.

Otra cosa que a mí me encantaría añadir, es que el arte, el hacer, el fabricar cosas, te pone en crisis. Es emocionante el hecho de ponerte este trance, y cada vez la gente lo demanda más.

España en el año 68 era una gran promesa para todos los centros de arquitectura del mundo. A pesar de la dictadura, aquí aparecían cosas, propuestas formales muy interesantes, y eso lo sabía todo el mundo, y todos los que estábamos metidos en ese ajo. En última instancia vivíamos todos la convicción, la ilusión, de que pronto pasaría la dictadura y que, efectivamente, íbamos en buen camino. Realmente no había la duda de si había o no futuro; teníamos futuro, todos teníamos futuro. España era peculiar en esto de la arquitectura, ha sido siempre peculiar, porque un arquitecto en España tiene más derechos y obligaciones y más responsabilidad que en ningún otro sitio del mundo.

Un arquitecto era una persona que se tenía que convencer a sí mismo de que era un servidor o un socio del poder apoyado en esa tradición de que en el arte no teníamos problema. No había ninguna veleidad, estábamos haciendo lo que teníamos que hacer.

Al margen de todas las dificultades que tenía la dictadura, si no te metías en jaleos no era nada difícil en aquel entonces llegar a las lecturas que necesitabas. Podías leer lo que fuera con tal de saber a qué librería debías ir con quién tenías qué hablar y que tenías que hacen. Yo viví en aquella dictadura, pero cuando me di cuenta de que era una dictadura ya era mayor. Era una atmosfera que te apretaba pero no te ahogaba. En ese instante era muy general pensar que lo que nos podía suceder era ganar, ya que en el futuro desaparecería el dictador y todo se abriría.

Ese era un factor o un sector de preocupación importantísima. El analizar el comportamiento de las personas y la convivencia. Y esa especie de arrastre espacial que va teniendo la convivencia y la acción. Creo que cualquier cosa hecha con pasión y contra algo, mueve todo.

Como en la alquimia, tratando de entender el ordenador, uno se acaba transformando a sí mismo, lo sabíamos aunque no supiéramos como iba a pasar. Tratando un tema que es externo uno acaba transformándose a sí mismo. Uno acaba pensando distinto. Esa es la grandeza de la formación y de la educación, del aprendizaje. Uno aprende porque quiere aprender. Esto no es como cuando a uno le enseñan, eso es un amaestramiento.

Yo pienso que sí. Cada uno de los que pasamos por allí ha seguido caminos distintos. Yo creo que el espíritu colectivo, aunque muy difuso, todavía se mantiene. Por lo menos lo mantenemos algunos, de una forma bastante intensa, y esta sí que es afec-

tiva. A mí particularmente lo que me aportó es que empecé a ser un experto en teorías del proyectar. Entré en un campo absolutamente insólito. Y empecé a profundizar en las características significativas y formales del propio dibujar sin más. Yo estoy muy satisfecho y lo estoy, a lo mejor, porque soy un fracasado. Nunca me he sentido un protagonista, siempre me he sentido un tangente. Pero tangente con una cierta clarividencia. Y he disfrutado mucho y sigo en ello. Las consecuencias de los acontecimientos culturales no hay quien las mida, porque yo, desde que estuve en el CCUM he tenido 50 o 60 mil alumnos. Y como yo, otro montón de gente. Las relaciones sociales se van multiplicando y, al final, la influencia, la potencia o el germen que pueda tener un centro, o el aroma que pueda tener una institución, se va transmitiendo a un montón de personas. Pero es imposible calcularlo. Ahora, esto que estáis preparando, en última instancia, es como una parada y fonda, ¿qué ha pasado? Convocatoria: a ver, todo aquel que tenga algo que decir sobre esto que venga y que nos lo diga. Es un poco la prueba de si aquello significó algo o no. Yo creo que sí.

En todo, yo sigo estando en el CCUM. Otra cosa importante es que la memoria es una especie de contenedor vacio, pero ese contenedor vacio lo contiene todo. Y algún otro dice, el pasado no se va nunca, está ahí. El pasado es un presente atenuado. Ahora, en este instante, yo estoy en el centro de cálculo, lo que pasa es que mis sensaciones del propio pasado están mucho más diluidas. Es imposible, cuando uno ha pasado por una de estas situaciones su atmósfera no se puede disolver.

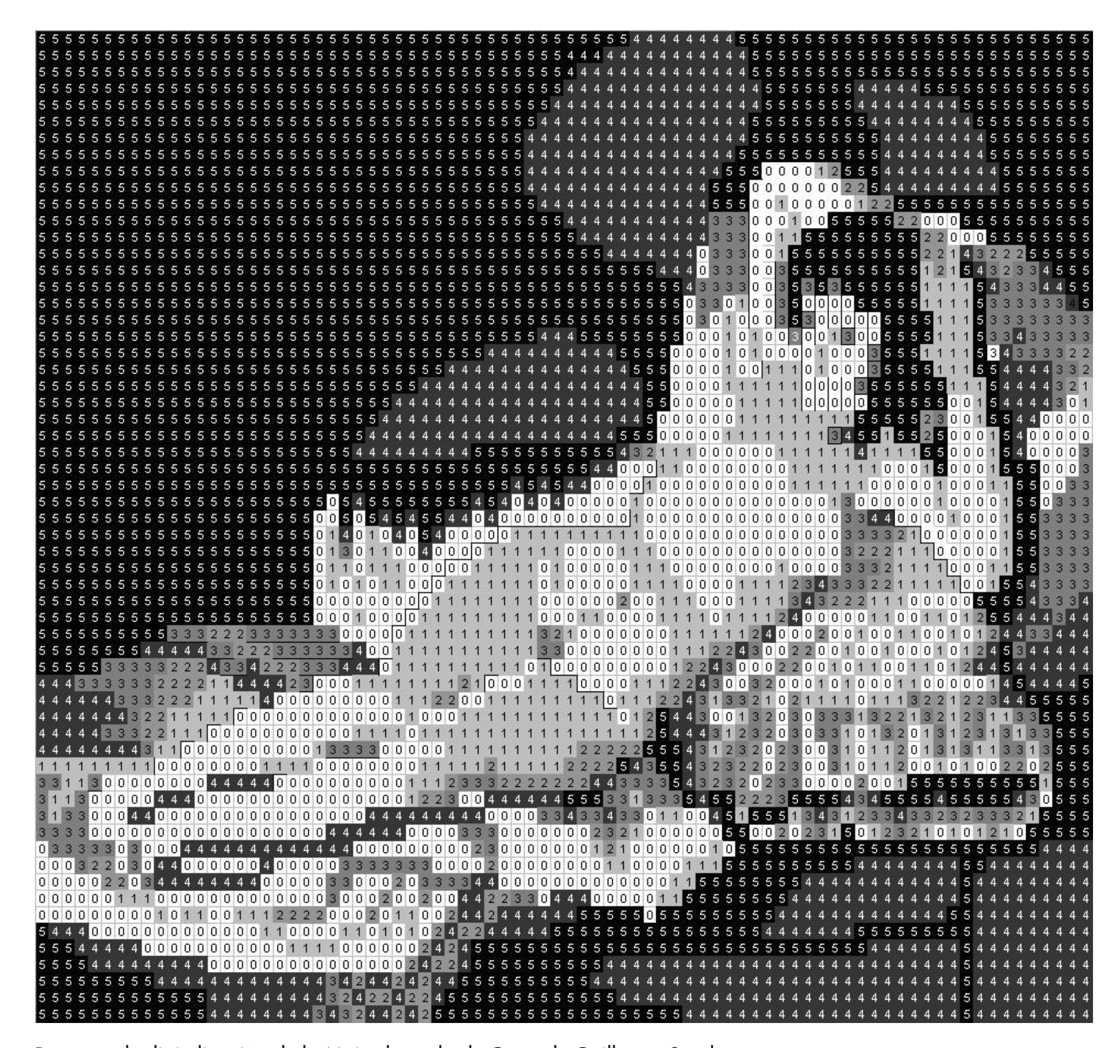
Había a exposición en el MNCARS sobre el *Black Mountain*, una ocasión en Estados Unidos en que se reunieron unos veranos una serie de artistas, algunos venidos de Alemania. En la exposición se exhibían obras plásticas de diversos participantes y había un vídeo donde algunos hablaban ahora de aquel pasado. En ese video todos los que aparecían no añoraban tanto las producciones como la emoción atenuada de haber estado allí junto a los demás. La estancia había sido vida vivida... de la que las obras eran meros residuos.

Yo me siento todavía en el CCUM, me siento incluso mucho más en los inicios, en las primeras discusiones, que luego al final cuando el triunfo estaba ya cantado. Esto no es emocional esto es lo más intelectual que he dicho en toda la entrevista.

Yo es que lo sentimental no sé lo que es.

Hay que hacer cosas parecidas al Centro de Cálculo, porque sino la sociedad se desarticula. Eso es lo que es lo colectivo, buscar lo común, inventándolo, eso es lo

que es absolutamente sustancial para que podamos sobrevivir. EL CCUM, desde mi punto de vista, es una especie de referente. Una especie de brillo. Imposible de recuperar porque aquello pasó, pero que es el paradigma de otras posibles asociaciones de ese orden. Donde sin buscar la gloria personal de nadie se busca lo que está colectivamente en la inquietud de todos.



Proyecto de digitalización de la Maja desnuda de Goya de Guillermo Searle

Entrevista a Guillermo Searle Hernández

Me llamo Guillermo Searle Hernández, soy Ingeniero en Informática, también Licenciado en Informática y Diplomado en Economía de la Empresa. Funcionario del Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información de la Administración General del Estado. Empecé a estudiar Informática hace 50 años, cuando cursaba Arquitectura en la ETS de Arquitectura de la UPM.

Yo iba por el tercer curso y había aprobado los tres dibujos básicos: El Análisis de Formas, El Dibujo Técnico y La Geometría Descriptiva, que constituían la condición imprescindible para poder ser arquitecto. El Análisis de Formas era la selectividad del momento.

Aprobar la asignatura de Análisis de Formas suponía estar seguro de que se iba a terminar la carrera de arquitecto. En aquella época el catedrático era el Profesor López Durán, de quien se decía que era el tribunal opositor, que seleccionaba los futuros arquitectos. Tan era así, que cuando yo me examiné aprobamos solamente 40 alumnos de un total de 3.000. Aprobar Análisis de Formas era terminar la carrera. Este no fue mi caso, yo me desvíe hacia la Informática, porque me gustaba una maquinita que rotulaba a trazos y quería aprender a manejarla. A pesar de las dificultades conseguí hacerlo y seguí dibujando con ordenador, porque me interesaba muchísimo el dibujo. Disfrutaba dibujando y sigo haciéndolo hoy día.

Primer contacto con la informática

Como decía antes contacté con la Informática, con el mundo de la Informática, desde Arquitectura, esto me sucedió cuando en la ETS de Arquitectura de Madrid descubrí el plotter. Era un maravilloso trazador de líneas que estaba conectado a un viejo ordenador de la ayuda americana, un ordenador de IBM, modelo 1620. Un viejo equipo con 40 Kb de memoria RAM. Fue en esa máquina donde aprendí a utilizar el lenguaje de programación Fortran II-D y en este lenguaje programé muchos de los dibujos de aquella época.

Cuando en el Laboratorio de Cálculo Electrónico de la Cátedra de Estructuras descubrí la máquina que dibujaba estructuras técnicas (cross y cerchas) pensé lo interesante que sería el aprender a manejarla para poder realizar mis propios dibujos artísticos con un ordenador.

Me gustaba mucho dibujar y al comprobar que una máquina podía hacerlo me quedé hipnotizado por ella. Yo deseaba aprender a manejar ese pincel mecánico. Durante el verano de 1967 empecé a estudiar en IBM, realizando diversos cursos: el de Introducción al Sistema 360, Diagramas de Flujo, entre otros. Fui a esos cursos con un arquitecto profesor y amigo, quien todavía aun no era catedrático, como lo es ahora, y en cuyo estudio de arquitectura yo iba a practicar y a aprender a dibujar el dibujo de estatuas (Mancha) y el color. Él era Javier Seguí de la Riva.

El CCUM

Como consecuencia de ello cuando terminamos nuestros cursos de introducción y cuando empezó a funcionar, en 1968, el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM) y a montarse otros cursos de formación para enseñar a programar en sus propios equipos informáticos, yo me apunté a los de Fortran IV, siguiendo unos pedagógicos manuales, que además los había elaborado Florentino Briones, el Director del CCUM.

Y empecé a hacer pinitos como programador. En esa oportunidad fue cuando comencé a tomar contacto con ordenadores más grandes. Además Javier Seguí y yo nos incorporamos desde el primer momento a los dos seminarios que se crearon en el CCUM, ambos promovidos por iniciativas entre otras del propio Seguí: un seminario de Generación de Formas Plásticas con ordenador y un seminario de Diseño de Espacios Arquitectónicos. Este fue el comienzo de mi contacto con el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, que por entonces no era un órgano adscrito a ninguna de las dos universidades, sino común a ambas, a la Politécnica y a la Complutense.

El CCUM fue un centro importantísimo, que cumplió en aquel momento la labor de ser el difusor de la Informática en un entorno universitario donde, hasta entonces, no existían más que pequeños equipos informáticos en algunas escuelas técnicas. Allí tuve la oportunidad de conocer a muchas otras personas que estaban interesadas por la Informática y también tuve el honor de asistir a otras muchas presentaciones y a conferencias de ilustres personalidades como Konrad Zuse (el padre del primer ordenador electrónico), o de Nícholas Negroponte (el Director del MIT).

En el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid había un sistema multiordenador (aun no existía la multiprogramación). Eran dos máquinas unidas: un IBM 1401

y un IBM 7090, dos ordenadores conectados. La entrada de datos era a través de fichas perforadas, leídas por el 1401, que las gravaba en cinta magnética para ser ejecutadas por el 7090. Los lenguajes de programación que se manejaban, a parte del ensamblador, o Assembler, que era para expertos, eran el Fortran IV y el Cobol. El Fortran IV estaba orientado al cálculo, a la traducción de fórmulas, (Formula Translation), esa es la denominación de donde proviene la palabra Fortran y también el Cobol, que era usado para procesos de negocios e información textual.

Los dibujos con ordenador

En la Escuela de Arquitectura se había implementado un Fortran_II-D, más reducido que el Fortran IV, pero eso sí ellos tenían un plotter, y en esta máquina existía la posibilidad de hacer dibujos. En el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid todavía no había plotter funcionando, aunque más tarde adquirieron, o instalaron un nuevo plotter.

Los mayoría de los dibujos que se hacía en aquella época con ordenadores eran a base de reimpresión, en impresoras normales de impacto sobre cadenas de caracteres. Esta era la salida gráfica sin plotter, la que había en aquellos equipos, consistía en reimprimir caracteres para darles los distintos tonos de gris, desde el blanco hasta el negro.

Yo en el Centro de Cálculo tuve la oportunidad de integrarme desde el primer momento en dos de los seminarios que se constituyeron, que me interesaban especialmente de entre todos los demás, me refiero al seminario de Generación de Formas Plásticas y al seminario de Diseño de Espacios Arquitectónicos. Los seminarios del CCUM empezaron a congregar, formando parte de ellos, a multitud de artistas (pintores, escultores, arquitectos e incluso músicos).

Modularidad versus sintaxis

Respecto de los seminarios de Generación de Formas Plásticas y del seminario de Diseño de Espacios Arquitectónicos debo señalar una característica que me parece muy significativa, es el referirme a que las dos estrategias innovadoras que existían en aquella época para poder procesar informáticamente los dibujos y las pinturas

de los artistas interesados en la computación, así como los diseños de los arquitectos atentos a estos desarrollos informáticos eran por una parte la modularidad, modularidad de los diseños arquitectónicos y de los diseños pictóricos, y la segunda era la posibilidad de utilizar una formalización de reglas del tipo de las de la sintaxis en el lenguaje. Esto es, se trataba de poder describir o anticipar la estructura relacional en el glosario de los términos estructurables en una frase artística de elementos constructivos, o de módulos pictóricos, que también se podían combinar aleatoriamente. La sintaxis anticipaba la coherencia. Permitía hacer obras más adecuadamente, para componer frases pictóricas o arquitectónicas con un significado estético, o de estilo. La idea estaba en la posibilidad de utilizar la sintaxis, una sintaxis concreta para describir un estilo artístico, lo que en definitiva era el conjunto de los morfemas que dan forma estructuradamente a una representación gráfica aceptada por el artista. Expresaba el lenguaje del artista (su lenguaje pictórico). Morfemas e Hilemas aristotélicos.

En mi caso todo esto yo lo aprendí directamente de Ignacio Gómez de Liaño. Ignacio era Profesor de Estética en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Además de eso coordinó seminarios del Centro de Cálculo. A mí sus análisis, su capacidad de innovación y la motivación de sus equipos de trabajo, a los que inducia una reflexión práctica, me parecieron siempre muy interesantes y la posibilidad de utilizar tales sistemas para componer arte, o para reconocer espacios arquitectónicos a base de molduras combinadas de acuerdo a ciertas reglas (sintagmas) y así en base a elementos no terminales de una gramática poder configurar un determinado lenguaje gráfico, como es un estilo artístico, o arquitectónico, era una brillante extrapolación de lo que caracterizaba a los lenguajes en otros ámbitos.

En cuanto a la pintura modular era patente que había cantidad de artistas como Barbadillo, Quejido, Soledad Sevilla, Ana Buenaventura, Sempere, Abel Sánchez, Elena Asins. También Javier Seguí, y multitud de pintores que pintaban con módulos y por lo tanto la combinatoria era un procedimiento para fabricar productos estéticos con vocablos de su lenguaje. Otra cosa es que después de realizar todas las combinaciones posibles dentro de un marco de referencia el pintor seleccionase aquellas que le gustasen más, que tuviesen para él un significado hilemático subjetivo, en su gusto. Las expresiones que fuesen propias de su lenguaje artístico. Esto también se daba, por ejemplo, con Yturralde en el caso de las figuras imposibles,

se combinaba aleatoriamente una serie de ángulos de un polígono en perspectiva de proyección hexaédrica y algunas imágenes obtenidas eran figuras posibles y otras combinaciones por el contrario producían imágenes capciosas, distorsionadas, que no tenían representación posible, eran figuras imposibles. En este caso el último conjunto constituía, paradójicamente, el lenguaje deseado o buscado.

En el Seminario de arquitectura había unos antecedentes de modularidad que estaban irrumpiendo en los sistemas de diseño de muchas escuelas de arquitectura. De hecho, el famoso arquitecto Rafael Leoz diseñaba unos edificios con el módulo "L", elementos constructivos que yo creo que nunca se llevaron al mundo de la Informática, pero sí que existía esa modularidad.

Existía la Modularidad al utilizar retículas rectangulares para elaborar los trazos de los edificios con paralelínes y escuadras. Existía la modularidad al construir los edificios con placas prefabricadas, porque en la experiencia arquitectónica la edificación modular suponía dar un valor positivo que agilizaba y facilitaba la edificación. De manera que la modularidad siempre fue un elemento de interés. De hecho yo hice programas de ese tipo y también programas de combinatoria de módulos para obtener todos los dibujos posibles, por ejemplo colocando una cama en un pequeño espacio dormitorio en todas las posiciones posibles. También se podían combinar los demás muebles en esa habitación. La modularidad era muy interesante, las leyes de combinatoria también se aplicaron en muchos más casos, de forma que se compartía combinación de módulos y sintaxis.

Nosotros estuvimos trabajando en el Centro de Cálculo, no porque diseñásemos allí, sino porque era un lugar de discusión, de intercambio de sugerencias, de elaboración de ideas y de contraste de pareceres. Esa fue la gran labor que hizo el Centro de Cálculo, o sea, allí nadie diseñaba cosas ni casas, pero fuera del Centro de Cálculo se diseñaban multitud de proyectos.

Modularidad, Operatividad, Herramienta de diseño, o Emulación Domótica

En diseño Arquitectónico, también se operaba con sistemas modulares de aislamiento, por ejemplo: sistema de aislamiento de ruidos (insonorización), de aislamiento térmico (climatización), de aislamiento lumínico (iluminación), de aislamiento

de personas (privatización) y todos estos sistemas eran combinables y estaban mecanizados (antecedentes domóticos).

Recuerdo que el Profesor Andrés Cristóbal Lorente, el entonces estudiante y después arquitecto Carlos Sevilla Corella y yo publicamos un artículo en el número 14 del Boletín del Centro de Cálculo, titulado Teoría de la Acción en el Diseño Arquitectónico, en el cual se analizaba la organización etológica, o la prelación de las funciones de las personas dentro de la vivienda, su implicación funcional y espacial. Como consecuencia de ello se pintaba un grafo que establecía esas relaciones. La matriz numérica binaria asociada a ese grafo permitía, operando con ella, ver cómo era conectable (accesible) un espacio, que era un nodo del grafo con otro a través de un nodo (espacio) intermedio. Un programa, en Fortran IV, iba obteniendo los nodos (funciones, o espacios) accesibles desde otros. La operatividad del procedimiento tendría más aplicabilidad en la gestión de inteligencia y en la minería de datos.

Al final se obtenía la clausura o el cierre transitivo del grafo, asociado a la matriz binaria de relación, que establecía la conectividad de funciones, y de sus espacios asociados, con los demás espacios y se lograba una redistribución de los habitáculos de la vivienda por zonas relacionadas, naturalmente no eran módulos del mismo tamaño, pero si eran módulos funcionales lo que en este caso se manejaban. Y en ese sentido yo creo que Javier Seguí tiene muchas más posibles aportaciones que hacer a estos proyectos modulares.

También mencionamos a Juan Navarro Baldeweg, quien hizo varios trabajos con elementos modulares, algunos los hizo conmigo. Yo colabore con él en el diseño de sus elementos gráficos y en las labores computacionales. El sistema se denominaba Computador Residencial. Era un modelo domótico. Juan Navarro era muy asiduo de la fundación de Rafael Leoz. Tenía un gran interés por todo lo que es construcción modular aunque su experiencia en el MIT le orientaba hacia la innovación domótica.

No sé decir de otros arquitectos, porque no conozco muchos arquitectos que se interesasen tanto por la Arquitectura Informática como Javier Seguí y Juan Navarro Baldeweg. Una persona que se interesó mucho por la cibernética, e hizo muchas cosas, pero más bien emulando ordenadores, ciberviviendas, es José Miguel de la Prada Poole. Quiero decir que Prada Poole proyectó hasta algunas edificaciones que pueden considerarse ordenadores analógicos, domóticos. Pero no hizo, yo no

conozco que hiciese, un diseño modular. Si diseñó y edificó cúpulas neumáticas y por supuesto esas cúpulas neumáticas dotadas de sensores podían ser reguladas por las condiciones climáticas, o por condiciones de presión (flujos de entrada externos). Pero no conozco que hiciese algo dentro del mundo de la aplicación de la computación informática hacia el diseño arquitectónico.

Yo he insistido en la modularidad y en la sintaxis porque consideró que ambas alternativas son las dos características más comunes de la aplicación de los ordenadores al mundo de la pintura y de la arquitectura en aquella época. Por una parte la combinatoria absoluta de módulos, y por otra la sintaxis previa que establecía unas restricciones a esa combinatoria. Las alternativas eran estas dos: establecer reglas previas que rescindiesen el número de casos; o bien, que después de una combinatoria calculada y dibujada por el ordenador, el artista, sobre una gran variedad de posibilidades, seleccionase aquellas composiciones que le interesasen. La innovación como siempre fue por otro camino. Hoy día el diseño mediante sistemas de grafismo on-line, las herramientas de diseño arquitectónico y de diseño gráfico, constituyen un commodity habitual.

En aquella época los pintores que se acercaban al Centro Proceso de Datos tenían una cierta preocupación por la modularidad, tenían un gran interés por la modularidad. Casi todos, yo creo que en un sentido amplio todos, escultores también, tenían ese interés por la modularidad. Alguien operando con sus módulos tenía que programar el ordenador. Más tarde, cuando las herramientas de diseño estaban al alcance de todo el mundo la computación dejo de tener interés.

El autorretrato de Eusebio Sempere

En cuanto al retrato, o autorretrato de Eusebio Sempere, está hecho de la siguiente manera: lo primero que se hizo es una fotografía de Sempere, y esa fotografía era en blanco y negro. Desde esa fotografía se realizó a una codificación numérica sobre una tabla de números, una matriz de sesenta y tantos por sesenta y tantos. Asociada a esa matriz había también una retícula, o red ortogonal de líneas horizontales y verticales. A la foto se superpuso una matriz en papel vegetal transparente. En esta tabla se anotaban números codificando la intensidad de la luz, de manera que cuando lo que había debajo era un espacio en blanco (un cuadradito luminoso), se anotaba un cero, si lo que había debajo era un gris pues se codificaba

como un tres, y si lo que había era un negro, totalmente negro, se anotaba un cinco. De manera que la tabla era una matriz numérica que valoraba la intensidad de la luz. En este caso los módulos eran los elementos de intensidad luminosa de la foto de Sempere en ese tablero de papel vegetal.

El paso siguiente consistió en aplicarle a esa tabla el supuesto de que cada punto asociado de la retícula ortogonal representase una masa en un universo tabular de estrellas, que tenían un peso determinado, una masa representada por el valor numérico de nuestra codificación, y aplicarle al conjunto la Ley de la Gravitación Universal. La ley de Gravitación Universal hacía que las masas se atrajesen proporcionalmente a su intensidad e inversamente proporcional a la distancia, o al cuadrado de la distancia, de manera que si teníamos dos cuadritos que tenían de masa 5 y 5, pues esos cuadritos se atraían mucho, si tenían cero y cero pues no se atraían nada. Y además a todo ello le aplicábamos un cociente de gravitación universal que hacía que cada dibujo variarse en función de las variaciones que dábamos del cociente de gravitación. El cociente podía ser muy alto, muy bajo, positivo, o negativo, con lo cual incluso obteníamos imágenes negativas. Transformábamos lo que era oscuro en claridad y lo que era claro en oscuridad.

No sé si se me entendió bien, pero a lo que me refiero es que la atracción entre las masas producía un desplazamiento de los puntos de intersección de la retícula ortogonal, que se movían, o se desplazaban. Eran los nodos de intersección de la retícula formada por unos haces horizontales de líneas y otros verticales, y en cada uno esos puntos era donde consideramos que se concentraba el valor de intensidad de luz, que provocaba un desplazamiento vectorial en un cierto sentido. Estos puntos eran los que al desplazarse deformaban toda la retícula en una ciertas direcciónes, como si de una tela metálica se tratase. De manera que la cara de Sempere se hizo esta forma. En su representación gráfica hubo la posibilidad de trazar rayas horizontales, trazos verticales, o rayas horizontales y verticales, pero en definitiva el procedimiento de cálculo era el mismo: aplicar la ley de la gravitación universal y variar el cociente de gravitación. Esto se hizo con la cara de Sempere, y posteriormente lo hicimos con la cara de Fernando de Asúa, el Director General de IBM, por ello existen dos autorretratos modulares que funcionaban de esta manera. Esta es una de las cosas curiosas que hicimos con la pintura modular, el módulo eran los cuadraditos masificados.

La Maja desnuda de Goya

Pasemos a otra narración de cómo funcionaba una pintura también modular que fué la de la Maja desnuda de Goya. Esta pintura fue la primera que se hizo en color en el Centro de Cálculo, utilizando su propio plotter. Se hizo a base de realizar en el mismo plotter monocromo un cambio de plumilla, o sea se dibujó una tetracromía, cambiando la plumilla. Había una plumilla negra, una amarilla, otra roja, y otra azul. Sustituyendo una por otra y superponiendo los trazos se conseguía hacer cuadraditos que eran más azules, más rojos, más amarillos, o más negros. Lo primero que se hizo fue codificar la Maja, tarea realizada colaborativamente entre el estudiante de arquitectura Fernando Álvarez Cienfuegos, compañero mío y yo. Se codificaron los cuatro colores a buen criterio y de la misma manera que con la cara de Sempere, de Asúa, con el Apostolario del Greco, etc., pero el paso siguiente fue aplicar un criterio por el cual cada cuatro cantidades numéricas asociadas a cuatro elementos de la retícula del mismo color, cuatro cuadraditos, se sumaban, se hacia la media y se sustituían los valores por el valor común de su media aritmética, en esos cuatro, de manera que en la correspondiente representación gráfica se apreciaba que había una especie de pérdida perceptiva de nitidez. Se iba pasando de una retícula más precisa a una retícula más ambigua, más poco precisa, más abstracta, hasta llegar a unos cuadrados lo suficientemente grandes, que ya casi no se distinguía la Maja de Goya. Este proceso de abstracción, o de pérdida perceptiva de la imagen de la Maja, se terminaba cuando ya no había posibilidades de hacer cuadrados más grandes. A mí me parece interesante, porque este sistema debió causar algún impacto en alguna persona como por ejemplo Salvador Dalí, puesto que él hizo una pintura parecida el año 74 en la que salía Gala desnuda, como la maja, mirando de espaldas, en el recorte de la una imagen del Presidente de los Estados Unidos Abraham Lincoln. La pintura está firmada por Dalí en 1974. Nuestro dibujo lo hicimos en el 72, de alguna manera el Centro de Cálculo pudo anticiparse a la labor de otros artistas que no participaron en el seminario, pero que seguramente tendrían noticias del propio Centro.

Epílogo

Bueno yo sigo dibujando, sigo dibujando con ratón y realmente sigo dibujando porque si aprendí informática, si aprendí Fortran fue para poder seguir dibujando. No vivo de mis dibujos, vivo para mis dibujos, vivo de la informática, digamos que trabajo en informática, he trabajado en multitud de sitios de la administración. Pero en casa sigo dibujando, dibujo por afición, tengo miles de dibujos hechos con ordenador, retratos de todo tipo. Soy muy feliz dibujando, disfruto mucho con este tipo de afición y uso de la informática. Aprendí Fortran, di clases de Fortran, he sido PNN, profesor no numerario durante cuatro cursos en la Politécnica, di clases de informática en la Escuela Técnica Superior de Telecomunicaciones, en Informática, en la Cruz Roja, en la Ciudad Sanitaria de la Paz en multitud de sitios, He dado clase a niños, les enseñe a dibujar con Basic. Siempre he disfrutado mucho dibujando. Actualmente escribo, no sé si llevo dieciséis artículos sobre Historia la Informática en una revista de mi cuerpo administrativo, el Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información. En definitiva para mí la informática es algo que a mi edad ya no puedo olvidarla, y aunque no terminé Arquitectura me alegro mucho de ver trabajos hechos, con ordenadores, porque hoy día las herramientas informáticas de diseño y de confección de planos han cambiado por completo el procedimiento de diseño arquitectónico. En aquella época no era así, en aquella época, hace cuarenta no años dibujábamos con ratón sino con fichas perforadas, y los resultados los teníamos al cabo tres días en el plotter, si es que había resultados. En otro caso se detectaban los errores que se hubiesen cometido, se intentaba corregirlos y se volvía a submitir el programa.

En la actualidad los sistemas de diseño son herramientas commodity potentes de dibujo gráfico, que agilizan la confección de planos y el diseño. En aquella época no había pantalla gráfica, ni siquiera PC´s y la consola de los ordenadores era una impresora de martillo. En fin se han producido importantes innovaciones informáticas de las que todos disfrutamos. Personalmente también ha sido para mí un placer y un motivo de satisfacción el poder estar con vosotros y el participar de todos estos recuerdos.



Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas. De izquierda a derecha: Javier Seguí, Tomás García Asensio, Ernesto García Camarero, Mario Fernández Barberá, Ignacio Gómez de Liaño, Florentino Briones y Gerardo Delgado



Entrevista a Ignacio Gómez de Liaño

Mi relación con el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid empezó cuando yo era profesor de Estética y Composición de Arquitectura en Madrid, y empecé a serlo en el año 69. Debió de ser en ese curso o en el 70 cuando tuve conocimiento del CCUM, seguramente a través de compañeros que tenía en la Escuela, como podrían ser los arquitectos De Prada Poole, Seguí de la Riva o Juan Navarro Baldeweg, y me puse en contacto con el CCUM. O pudo ser también a través de lingüistas, pues el año anterior yo había trabajado bastante en el campo de la lingüística en la Universidad de Cambridge. Precisamente esos trabajos que hice en el curso 68 y 69 en Cambridge sobre gramáticas generativas son los que, cuando entré de profesor en la Cátedra de Estética y Composición en la Escuela de Arquitectura, me dieron pie para una de las investigaciones que allí hice y que quizás fue la investigación más osada de todas ellas. Debo decir que en ese momento el CCUM. era un mundo nuevo, un mundo que conectaba también con la vanguardia, y debo añadir que también en esos años, desde el 65, es decir en los cuatro años anteriores, me había caracterizado por mis posiciones vanguardistas dentro de la poesía, me refiero a la poesía concreta, la poesía visual, incluso la poesía de acción y la poesía pública. Es decir, que el CCUM era una forma de sumar otro aspecto de la vanguardia, otro aspecto digamos de la experimentación, que había empezado unos años antes en el aspecto de la poesía, pero que en el CCUM tendría su aplicación y desarrollo en el campo de la Estética y más en concreto de la Estética de la Arquitectura y también en la Estética de la Pintura.

Repito que mi inserción en el CCUM tenía que ver con el deseo de experimentar con diferentes medios. Concretamente en referencia a Max Bense, que se acaba de citar, gran estético de la teoría de la información de la Universidad de Sttugart, yo estaba en contacto con él desde el año 66 o 67 en relación con la poesía concreta, y tuve la suerte de conocerle personalmente en el verano del 68, en Londres, durante la inauguración que tuvo lugar en el ICA —o sea, el Instituto de Arte Contemporáneo—, de la primera gran exposición de Arte y Cibernética, que se llamó *Cybernetic Serendipity*. Fue una exposición magnífica, con un catálogo espléndido. Allí estaba Max Bense y al año siguiente estando todavía en Inglaterra, coincidí con él en el Instituto Alemán de Madrid, en un ciclo de Nuevas Tendencias en el Arte que había organizado con la Cooperativa de Producción Artística y en el que di una conferencia titulada "Escrituras de culturas imaginarias". Pero esa conexión personal ya había tenido un precedente, que ahora mismo acabo de recordar, en el Instituto Alemán que estaba en la Plaza Marqués de Salamanca en el año 67, en el primer ciclo

de Nuevas Tendencias. Es decir, que la relación con Max Bense venía de lejos, primero epistolar, después ese contacto en Madrid, después en Londres, después otra vez en Madrid y después todavía siguió existiendo. Con Abraham Moles tuve menos contacto, pero también lo conocí, precisamente en el CCUM. De todos modos para mí como poeta y como filósofo la máquina era sobre todo un instrumento. En este caso representaba un instrumento de análisis de la pintura, de análisis de la arquitectura, y sobre todo en el campo que yo me centré más, que era el de la generación a través de los medios tecnológicos de arquitecturas posibles y de arquitecturas ya existentes. Mi investigación principal fue la de crear una gramática generativa de tipo arquitectónico, es decir, que tuviese la capacidad de hacer, de diseñar concretamente, patios platerescos, es decir patios como los que se hicieron en el siglo XVI, en los que había elementos góticos, pero sobre todo predominaban los de tipo renacentista o clasicista. Entonces lo que yo hice fue aplicar lo que había aprendido el año anterior en el departamento de lingüística de la Universidad de Cambridge sobre la novedad científica que había en la lingüística de la época, que era la gramática generativa. En definitiva, así como la teoría general de la gramática establece que mediante las reglas que se enseñan en la gramática se pueden generar todas las oraciones gramaticales de la lengua en cuestión —naturalmente hay diferentes niveles en los que se aplica esas reglas: niveles léxicos, niveles morfológicos, semánticos, etc.— pensé que ese tipo de doctrina generativa de frases, a la que aspiraba la gramática generativa mediante determinadas reglas, tendría una aplicación mucho más fácil en la Arquitectura, puesto que las "oraciones arquitectónicas" son más materiales, son geométricamente y matemáticamente mucho más fácilmente formalizables...

...Y en vez de hacer una gramática general de la arquitectura, aunque al final mi investigación acabó en eso, en una especie de *Tractatus Logico Architectonicus*, dije: "Hombre, vamos a poner en práctica la gramática con un tipo de patios que a mí me gustaba, pues siempre he tenido especial afición al Renacimiento". Al ser de familia salmantina conocía bien esos patios que hay con tanta profusión en Salamanca, y también en Alcalá de Henares cerca de Madrid, en Cogolludo... Entonces con un equipo de alumnos de la Escuela de Arquitectura, nos pusimos en camino para recorrer más de 20 patios platerescos y tomar todas las medidas de los mismos, a fin de realizar un análisis preciso, exacto, de todos los elementos que componen el patio —las columnas, las balaustradas, los diferentes elementos de la basa, del fuste, del capitel, del entablamento—. Se trataba de una estructura bastante homo-

génea, sobre la cual, con la colaboración de estos alumnos y debo decir con la muy especial colaboración de Guillermo Searle, que es el que estaba más implicado en su informatización por así decirlo, y también con la colaboración de otros matemáticos, llegué a elaborar, una gramática generativa de los patios platerescos.

Es decir, una gramática que puede generar los veintitantos que se conservan, como los infinitos que se habrían podido generar con esas reglas, de la misma manera que la gramática española permite generar las infinitas frases que se pueden decir o escribir en la lengua española

Era una visión de la arquitectura o, mejor dicho, de la teoría arquitectónica desde un punto de vista lógico, matemático, geométrico, para la que, como es natural, el ordenador, el computador electrónico, te facilitaba el que se pudiese realizar automáticamente eso, con ayuda del plóter, sólo con darle las reglas, sin la necesidad por lo tanto de ponerse a dibujar, porque ya se le habían dado las reglas. Fue una investigación que llevó mucho tiempo, mucho trabajo, porque había que tomar muchas fotografías, muchísimas medidas, cuando íbamos a visitar esos patios, pues íbamos a ellos con cintas métricas para tomar medidas de todos sus componentes.

Fue una investigación a la que a mí me llevó sobre todo la lingüística, y también debo decir que la filosofía, sobre todo el *Tractatus Logico Philosophicus*, de Ludwig Wittgenstein, que precisamente fue profesor en Cambridge, donde tuve la suerte de conocer algún alumno suyo en aquella época.

Con estas perspectivas –por un lado la filosófica y lógica, por otro lado la gramatical o lingüística de las gramáticas generativas, y también con la perspectiva de la vanguardia, de la experimentación– me puse no solo a generar los patios platerescos existentes y otros, que podrían existir, sino también fantasías de patios platerescos, dando unas reglas específicas para diseñar esas fantasías. Por otro lado mi método también tenía, como es lógico, unas cualificaciones de tipo analítico. Incluso podía establecer cuál era el patio plateresco que reunía más condiciones de tipo canónico de patio plateresco, que es una modalidad de patio un poco variada, con elementos góticos y también renacentistas. Esto en cuanto a lo que se centra en la arquitectura.

También quería haber hecho un proyecto semejante aplicado a la pintura, y elegí para ello también una obra clásica, como es uno de los apostolados del Greco, porque pensé que después de todo había una cierta homogeneidad en esas pinturas, ya

que todos los apóstoles son retratos, respecto a la cabeza, el cuello, el busto. Es decir que todos los apóstoles tienen ciertos rasgos fisionómicos comunes, en definitiva los de una cara, y también los del estilo del propio el Greco. Pero después me di cuenta de que era complicado llegar a una gramática generativa precisa de los apóstoles del Greco, y entonces lo que se me ocurrió fue idear un procedimiento de transformación de la información que transmiten las imágenes de los apóstoles, neutralizándola, de manera que al final los rasgos fisiognómicos de los Apóstoles acabasen pareciéndose a cuadros de Mondrian, por su geometrismo. De algún modo en aquella investigación de hacia el año 71, pues todas esas investigaciones las hice entre el año 70 y el 73 fue la primera vez que se empleó el sistema, que yo sepa al menos, que más tarde se utilizaría en la televisión y en la prensa cuando quieren evitar que se reconozca una cara, lo que consiste en neutralizar la información de los rasgos fisiognómicos y que creo que se llama ahora pixelizado o algo así.

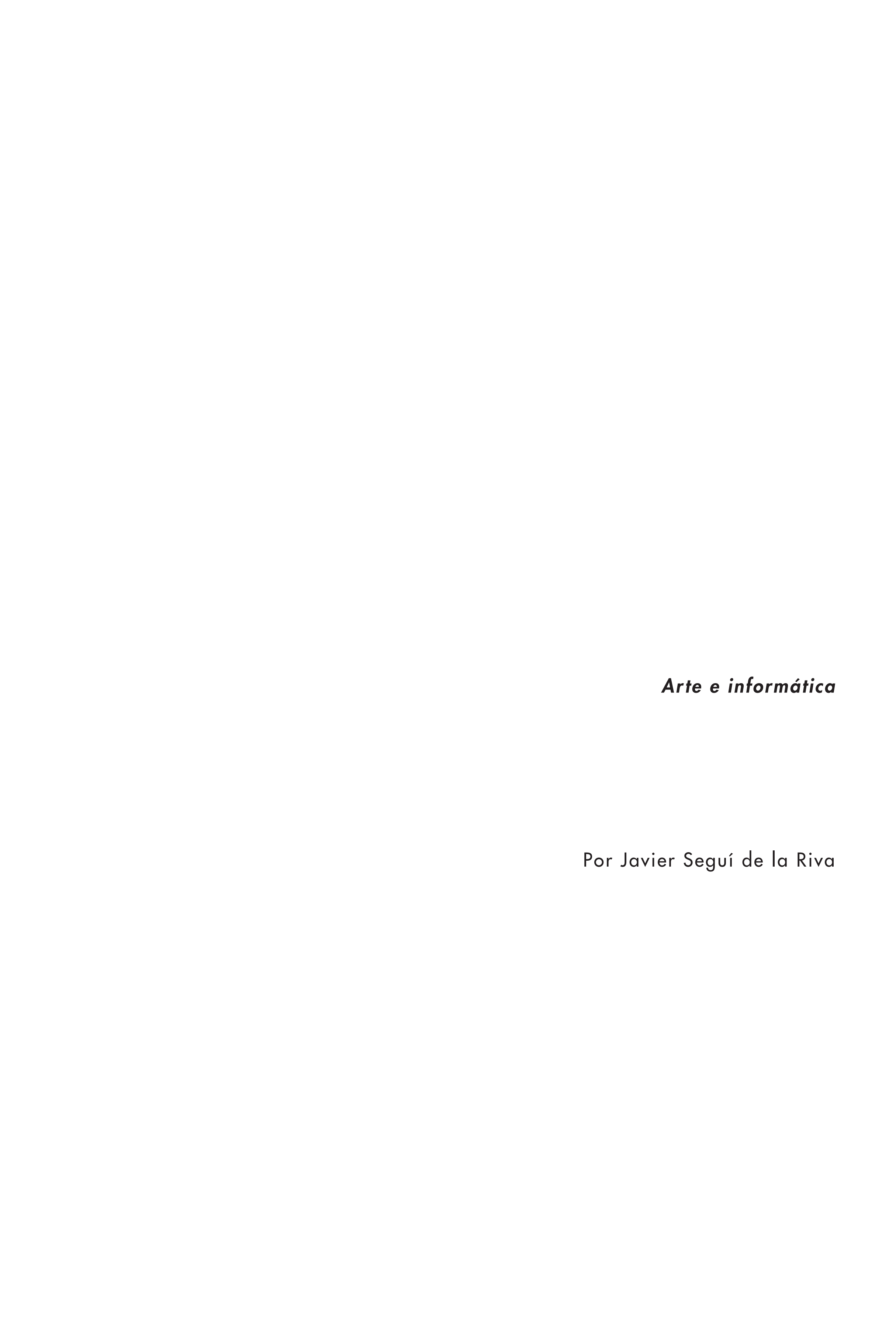
La primera vez que se utilizó esa técnica, que tantas veces, muchos años después, sería utilizada tan frecuentemente, fue en esa investigación que hice sobre los Apóstoles del Greco y que se publicó en el *Boletín del Centro de Cálculo* en su momento.

Como se ve, se trataba de investigaciones bastantes transversales. Yo estuve de hecho coordinando un año el "Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas" es decir de Pintura, pero también participaba en el de Arquitectura –de hecho era profesor en aquellos años en la Escuela de Arquitectura– y también por supuesto en el de Lingüística, en el que recuerdo que di algunas conferencias sobre la Gramáticas Generativas. Piénsese que en el curso de 1968-69 que estuve en Cambridge tuve la suerte no sólo de tener contacto con importantes lingüistas de esa escuela, como el holandés Pieter A. M. Seuren, sino que también visitó esa Universidad el famoso Noam Chomsky, y recuerdo muy bien su conferencia, la presentación que hizo de él el director del departamento –Mister Trim se llamaba–, y también recuerdo algún rato de conversación que tuvimos, como también el hecho, de que si por la mañana al mediodía, el muy lógico y muy sistemático profesor Chomsky dio una conferencia de tipo muy técnico, esa misma tarde, creo que fue esa misma tarde, en uno de los *colleges* de la Universidad dio una charla de tipo político, en la que todo el mundo estábamos por el suelo, con las melenas típicas y todo eso, puesto que estamos hablando de principios del año de 69.

Esa charla era cuando la guerra del Vietnam. También había ese componente en aquel momento. Era un momento de mucha experimentación.

Bueno, yo diría que lo más importante es ver esa efervescencia de investigación científica, tecnológica y también artística. De pronto se produjo un lugar de encuentro fantástico, con un alto nivel, porque debo decir que a finales del 71, yo estuve en Boston, concretamente en el MIT, y allí me entrevisté con Negroponte que era el director, y aunque es verdad que en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, el MIT, tenían más medios tecnológicos, pero las investigaciones que al menos a finales del 71 se estaban haciendo en ese *santa sactorum* de investigación tecnológica de EEUU que era el MIT, no superaban con mucho las investigaciones que en ese momento estábamos realizando en Madrid en campos muy diversos, puesto que eran de Arquitectura, de Música, de Lingüística, de Pintura, en relación con las nuevas Tecnologías, con la Cibernética.

Y yo resaltaría sobre todo el aspecto humano, ya que las personas con las que traté en el CCUM, algunas de las cuales ya las conocía de la Escuela de Arquitectura de Madrid, como los arquitectos que ya he citado, y otros investigadores de otros campos, como el de la pintura, fueron personas con las que sigo teniendo una muy buena relación de amistad, a pesar de los años transcurridos. Y su obra ya en ese momento me pareció sumamente válida y sigue pareciéndomela todavía, al día de hoy. Es decir, que yo resaltaría mucho el aspecto de buena convivencia, de buena relación que tuvimos, pues todos los que trabajamos allí, lógicamente de una manera desinteresada, estábamos entregados totalmente a la tarea y en continuo contacto y conversación. Yo destacaría sobre todo, más aún que el aspecto tecnológico, el humano, la alta calidad del elemento humano que allí se reunió.



Arte e informática

Por Javier Seguí de la Riva

En la segunda mitad de la década de los 60 (en 1969) la exposición *"Cybernetic Serendipity"* recogía lo que parecía ser una nueva tendencia del arte. La exposición reunía un conjunto de trabajos que representaban utilizaciones de los ordenadores (digitales y analógicos) para realizar productos que podían considerarse dentro de la categoría convencional de lo artístico.

El éxito de la exposición indujo a la elaboración de nuevos trabajos y experiencias que han llegado a encuadrarse en la denominación *Computer art* aunque, por el momento, no se haya aclarado el estatuto de su artisticidad o de su papel en el proceder artístico.

En el catálogo de la última exposición 1977-78 *Art of Space era*[1] se dice: "El arte generado con computador y el arte asistido por ordenador están todavía en su infancia. Por ahora no se puede tomar una postura crítica radical ya que, por el momento, no se puede hablar más que de experimentos." "Después de un período de gran excitación y optimismo, las dificultades técnicas han sobrepasado a algunos de los artistas que iniciaron el movimiento y han abandonado el campo. Hoy no son muchos los que continúan a la búsqueda de valores puramente estéticos".

Hay muchas definiciones de lo que puede ser el arte.

Como lo que nos interesa ahora es delinear un campo donde se pueda confrontar el proceder artístico con la informática vamos a utilizar una definición convencional que ponga de relieve el proceder artístico.

Remitiéndonos a Collinwood[2] podemos entender el arte como la configuración, a través de procedimientos prácticos, de productos que son vehículos expresivos de la intuición comprensiva universal que impulsa a realizarlos.

Dicho de otra manera, hacer arte supone marcar huellas en ciertos medios materiales, u ordenarlos, hasta configurar con las huellas, o las porciones de materia ordenadas, una entidad que responda a una finalidad comprensiva universal, o que proponga nuevas finalidades.

En este contexto, el ordenador, el arsenal informático, es un medio limitador, resistente, capaz de poder recibir intenciones artísticas, y de soportar procederes artísticos.

[1] Art of space era. Catálogo de la exposición de Huntsville (USA 1978). Presentación de Covington.

[2] Collimwood *The principies of art*. De cualquier modo, este planteamiento es común en las teorías del arte de orientación empírica y experimental.

Visto así, el tratamiento informático del arte es el experimento de la utilización informática, como medio en el que conformar procesos e imprimir huellas artísticas.

La mayor parte de la resistencia hacia el arte asistido por ordenador se funda en la equívoca asunción que intenta ver en las máquinas un usurpador del artista como creador. La parte de verdad en esta creencia consiste en que el artista, como artesano, sí puede ser suplantado por las operaciones automáticas. Sin embargo el poder creador sigue estando en el pensamiento, ya que el ordenador solo funciona de acuerdo con sus instrucciones. Toda imagen debe de estar preparada.

Las instrucciones deben de darse de tal modo que el ordenador pueda utilizarlas. Las reglas del juego quedan determinadas, en el ordenador, por el programa.

Entendida la informática como conjunto de procedimientos, la cuestión planteada desde la década de los 60 es la instrumentalización de los mismos en el mundo de la significación artística.

Pero el arte no es sólo producción, también es comunicación de la intención artística, al decir de Collimwood, en cuanto, por intermedio del producto terminado, se contempla el producto como resultado de un proceso vivo de configuración, que permite comprender la intención a que responde.

En este sentido el arte es también un modo de significación de los productos humanos, de las huellas, y cualquier cosa puede ser enfocada desde esta angulación, aunque la obra de arte responda, estrictamente, a la misteriosa y mágica correspondencia que ella sustenta, como producto artístico que comunica su propio proceso comprensivo universal, es decir, que permite ser comprendido universalmente tal y como ha sido concebido[3].

Desde el punto de vista de la significación, ha bastado con que se haya podido comenzar a ver artisticidad en algunos productos informáticos, para que sea lícito mirarlos a todos ellos como obras de arte. Este conjunto enturbia la información del arte pero la relaja, permitiendo cualquier iniciativa, dado por sentado su posterior desencanto.

[3]. El problema de la significación artística tiene carácter universal. De entre· una multitud de trabajos con este punto de vista destacamos el tratamiento de Cassirer en *Filosofía de las Formas simbólicas*. Son, en cierto sentido, afines algunos planteamientos sostenidos por Read, Langer y otros.

Convíngton[4] ilustra este hecho del modo siguiente: "Dos motivaciones dirigen la experimentación en la informatización del arte: una intelectual y otra estética. La utilización gráfica del ordenador nació para di agramar fórmulas matemáticas y para ilustrar proyectivamente objetos ideales. Esta posibilidad de esquematización gráfica es la fuerza animadora de muchos de los trabajos acometidos. Las imágenes diagramadas trascienden el nivel de la ilustración cuando son considerados. bajo una luz intelectual."

Vamos, ahora, a plantear nuestra discusión en los límites del arte gráfico y en la perspectiva que entiende la informática como medio del desenvolvimiento artístico, tratando de aclarar su enlace.

La informatización supone la interpretación, en estructuras algorítmicas, de los sistemas cognoscitivos a tratar.

La significación intelectual de las imágenes gráficas se relaciona con la exploración de la estructura geométrica del universo. Las funciones gráficas del ordenador se basan en la geometría métrica. Manipulando coordenadas horizontales y verticales el ordenador imprime la configuración resultante, acorde con un conjunto de instrucciones.

Pues bien, acaba resultando que el campo del grafismo es identificable con el geométrico y, en este supuesto, la interpretación o traducción, indispensable en otros campos, aquí se puede obviar, siempre y cuando las operaciones se analogicen con las operaciones lógicas y matemáticas compatibles con la estructura geométrica de base.

Esta peculiaridad, típica del grafismo, establece una gran diferencia en relación a la informatización del diseño ya que, en el campo gráfico, supuesta la identidad estructural anterior, no es necesaria una primera aclaración sistemática, lo que permite acometer la exploración sin necesidad de referencias categoriales.

Por eso, el desarrollo de la información del arte gráfico se ofrece como entrecruzamiento de procedimientos concretos, tanto en el modo de proceder. como en el modo de significar los ensayos, ofreciendo la clasificación artística de los mismos mucha más dificultad que la encontrada con la arquitectura.

[4] Covington. Opus cit.

Basándose en la arbitraria identificación entre grafismo artístico y geometría, algunos autores proponen, para clasificar los ensayos, los propios modos de aproximación a las estructuras geométricas[5].

Nosotros, desde nuestra perspectiva de partida, no podemos reducimos a este único punto de vista y vamos a intentar referimos a algunos de los trabajos realizados teniendo presentes, también, el modo de proceder y el modo de significar las producciones para, al final, hacer una síntesis predominantemente artística.

Como en todo proceder genético, los primeros trabajos que se producen son ejercicios de aproximación en los que el ejecutor se pliega a los caminos que la informática le ofrece. Por ejemplo, dado que con unas determinadas terminales, y gracias a la gran velocidad de cálculo de los ordenadores, se puede representar funciones continuas proyectables en un plano hasta entonces nunca visual izadas, puede ensayarse ver en esas representaciones la expresión de un orden sugerente (Mason)[6]. (fig. 1)

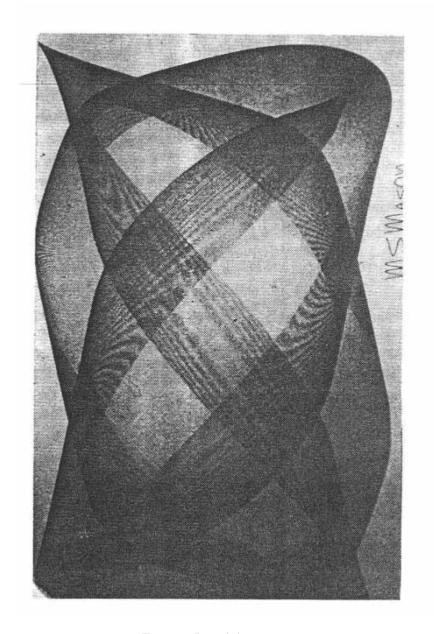


Fig. 1. Mason

La informática, aquí, es medio y procedimiento de desarrollo. La función pertenece a un ámbito bien explorado. El ejercicio es la prestación de una significación artística al proceso mecánico puesto en obra. El resultado comunica su proceso, desde luego, pero detrás de él sólo hay la perplejidad lúdica del juego.

De este primer escalón exploratorio, también son ejemplos típicos las realizaciones que utilizan tablas de azar para determinar series de alternativas, que se toman en un campo específico en el que tomar alternativas al azar es posible. Aquí, el pie forzado es la estructura específica donde la programación aleatoria es sucedáneo experimental dé intenciones indeter-

[5] En orden inverso en el tiempo encontramos estas clasificaciones en Covington (nota 1) Y en estudios como: *Computer art*.

[6] En España fue Arrechea quién dio los primeros pasos en esta aplicación informática. Los trabajos de Mohr han sido comentados en: Franke *Computer graphics*.

minadas que producen resultados que permiten ser imaginados como si fueran intencionales (Mohr)[7]. (fig. 2)

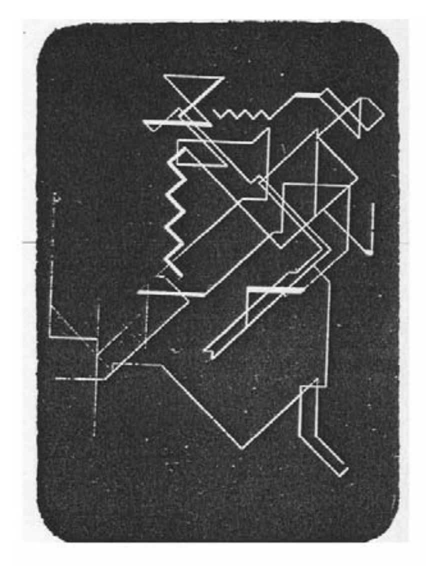


Fig. 2. Mohr

El segundo nivel de experiencias comienza cuando el campo geométrico informatizable se significa, de principio, como campo con sentido artístico, es decir, como base en la que producir arte. Aquí, la informatización adquiere el papel de productor coherente de procederes circunstanciales, portadores de intención para buscar las configuraciones adecuadas. El proceso informático canaliza el ámbito en que el artista se puede expresar.

A este nivel significativo pertenecen muchos, quizás una gran parte, de los ensayos realizados.

Dentro de él pueden encuadrarse los trabajos que, basados en la combinatoria .aleatoria, intentan descubrir configuraciones específicas que en su propia improbabilidad sean portadores de una cierta novedad. (Hausmann, Illner, Koerbe y Lieke). (SHEFFILELD) y (STRUYCKEN)[8]. (fig. 3)

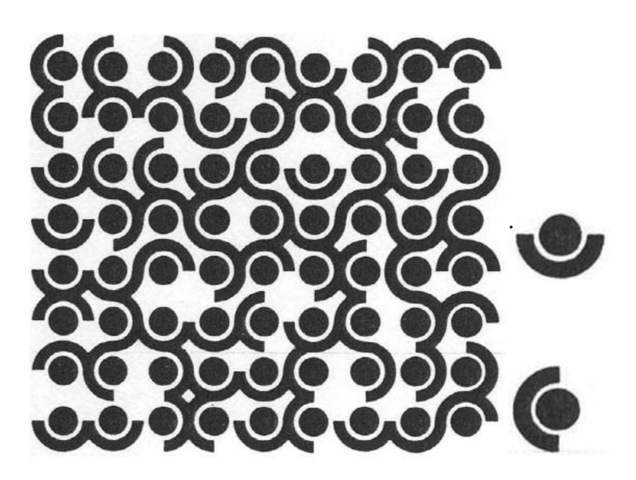


Fig.3

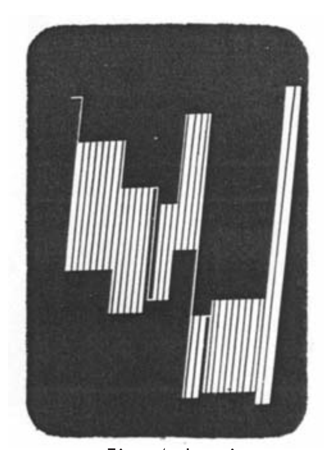


Fig. 4. Lecci

[7] Los trabajos de estos autores pertenecientes al Computer art Ass. han sido presentados por ellos mismos en varias ocasiones.

[8] Los trabajos de estos autores han sido presentados y comentados en: Franke *Computer graphis* y Reichardt *Cybernetics, art and ideas.*

También en este rango están los trabajos que intentan buscar configuraciones al azar, pero con un control primario de la distribución de los elementos empleados que es el factor determinante, en estos casos, de la significación artística. (LECCI, NAKE, STUYCKEN)[9]. (fig. 4)

Otros trabajos típicos, a este nivel, son los fundamentados en el tratamiento de elementos discretos y su transformación, continua o discontinua, a través de ciertas leyes[10]. (SEARLE). (fig. 5)

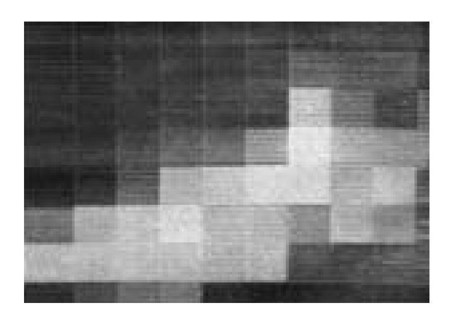


Fig. 5. Searle

Estas experiencias están directamente vinculadas con las que acometió el llamado constructivismo por cuanto, al igual que en estas obras, en la citada corriente se trataban de explorar las configuraciones significativas que se podían lograr, a partir de la definición primaria de un conjunto de elementos.

El tercer nivel de experiencia se produce cuando, además de la significación del campo informatizable como campo artístico, se toman en cuenta las operaciones y los procesos, significándolos también artísticamente.

Este nivel ha supuesto una gran riqueza de contactos entre artistas y analistas ya que se plantea, de principio, el ensayo de un ajuste trascendental entre intenciones y proceder artístico e intenciones y proceder informático.

Los ejemplos de este grupo de ensayos son auténticos procesos en el tiempo que supone pruebas y rectificaciones sucesivas.

Quizás los ejemplos más destacados de estos esfuerzos se produjeron en los trabajos desarrollados del año 69 al 72 en el CCUM[11]. Todos estos trabajos se dirigían a la auténtica y peculiar informatización del arte gráfico, pero suponían un esfuerzo in-interrumpido difícil y lento, de reconversiones, confrontaciones y ensayos. Como

[9] El trabajo de Searle y A. Cienfuegos ha sido publicado en los boletines de información del C.C.U.M.

[10] Hay varias publicaciones que recogen esta labor: Arte y ordenadores. Formas computables, formas

[11] El trabajo de Briones ha sido presentado en diversas ocasiones. Ha sido explicado en los Boletines del CCUM.

dice Convington[12], la colaboración entre artistas y programadores ha resultado difícil y ha limitado el éxito de algunos interesantes experimentos. Ante las dificultades de entendimiento, algunos artistas han optado por utilizar tecnologías informáticas demasiado simples y otros por abandonar los esfuerzos. Sin embargo, esta colaboración ha fructificado al poner de manifiesto la necesidad de elaborar nuevos lenguajes de programación y sistemas interactivos que permitan un más fácil acercamiento al problema. Subraya Covington, que el futuro de la informatización artística va a depender del dominio, por parte del artista, de los lenguajes apropiados que le permitan elaborar programas ajustados a sus necesidades. (figs. 6,7,8)



Fig. 6. Barbadillo

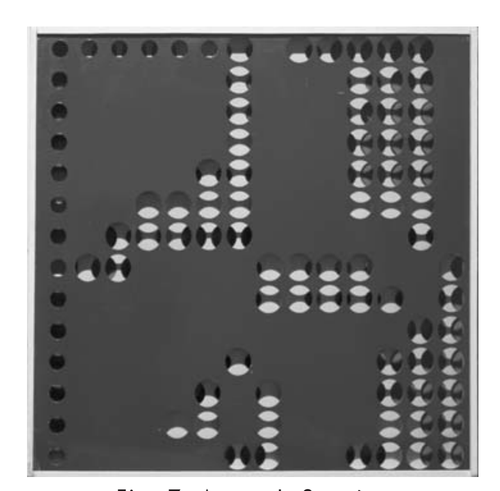


Fig. 7. Ana y J. Seguí

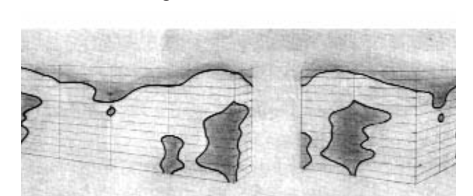


Fig. 8. Alexanco

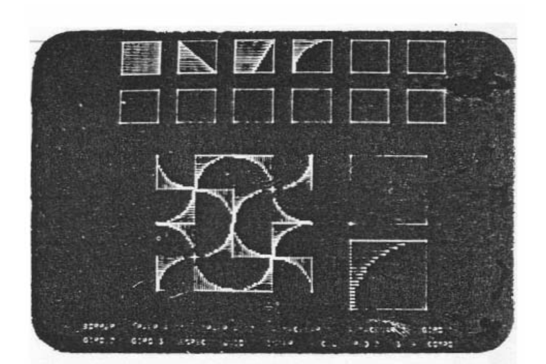
El cuarto nivel de experiencias es, precisamente, el anunciado en el punto anterior. A partir de los ensayos anteriores, se trata de generalizar el campo artístico, separándolo del informático, intentando que este segundo represente la simbolización abstracta del primero.

[12] Covington. Opus cit.

Es decir, se trata de configurar el campo informático gráfico, de tal forma que pueda cambiar su significación y operatividad geométrica primaria por cualquier otra de fundamentación artística (estética). El problema, ahora, es puramente informático y debe de suponer el análisis de los procederes artísticos para poderlos soportar. Si el artista pudiera disponer de un dispositivo que entendiera sus requerimientos operatorios, tal como ocurre con su mano y su pincel, podrían utilizar la informática sin violencia, como medio para producir sus huellas.

Hasta el momento estos ensayos no han hecho sino empezar y los trabajos de que se dispone son todavía parciales.

Como ejemplo citaremos un primer programa que, a partir del análisis de los problemas informáticos planteados al tratar con la obra de Barbadillo, ha iniciado F. Briones[13]. (fig. 9)



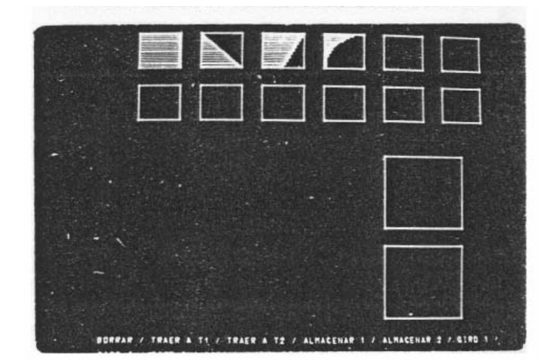


Fig. 9. Briones

Aunque de momento, este nivel de experiencias supone la frontera alcanzada en la informatización del arte, con ello no queda cubierto el espectro de las repercusiones que estos ensayos han tenido en la creación artística.

Hay que decir que, en su momento, el tratamiento informático del arte se puso de moda, supuso un foco de atracción y de referencia para muchos artistas. Las repercusiones de esta atracción se puede clasificar, hoy, en tres orientaciones.

[13] Formas computables. C.C.U.M. y Formas computadas C.C.U.M.

De un lado, las imágenes cibernéticas sirvieron para que se produjeran obras que utilizaban esas imágenes como elementos o pretextos de composición (SEMPERE, YTURRALDE)[14]. (fig. 10)

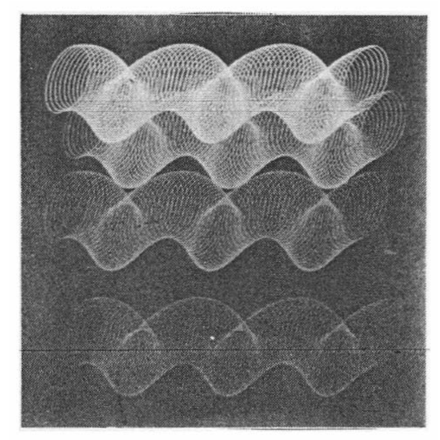


Fig. 10. Sempere

De otro lado, el proceder lógico, base de la computación forzó a que muchos artistas explorasen sus propias operaciones y se produjesen obras que, aún sin informatizar, respondían a esfuerzos del segundo nivel antes visto.

La pura reflexión en las dificultades de la informatización de los procesos artísticos, también ha llevado a un reforzamiento de la conceptualidad artística (arte conceptual), que plantea el arte como la esquematización de su propio proceso. La pura reflexión sobre el hacer artístico está conduciendo, por fin, a la revisión de la capacidad cognoscitiva del arte y su relación con otros modos elaborativos, tales como el científico y el puramente conceptual especulativo.

Como ejemplo de este último esfuerzo cito mi penúltima obra empeñada en ejemplificar el propio modo de proceder y significar en distintas situaciones. (fig. 11)

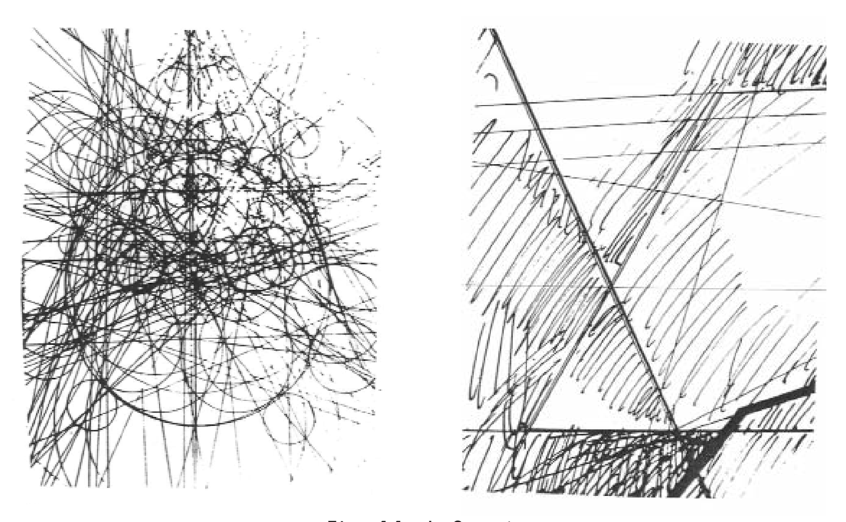


Fig. 11. J. Seguí

[14] Circular para el IX congreso de estética (1979).

Como anticipamos, el problema más grave de la experiencia adquirida en estos ensayos es que, desde el principio, se han manejado en vez de analogías, identidades.

La informática tiene raíces lógicas y se remite a ellas. El arte es lo ilógico, alógico o metalógico. Pero en cuanto que huella o configuración, una vez producido, sólo puede ser descrito en el marco de su materialidad sustancializada; o de otra manera, el arte se produce a través de procedimientos lógicos (prácticos) que no son ni vividos ni significados como tales hasta su conclusión.

Desvelar la practicidad del proceder artístico da miedo porque el artista no significa lógicamente su proceder. Pero convertir el proceder matemático, deductivo y perfectamente estructurado, en modo directamente disponible por el arte, tampoco es posible.

El problema de la informatización del arte está en la vivencia y comprensión del proceder artístico en contraposición al proceder lógico y matemático. El primero es intrasitivo, mientras el segundo va dirigido a un fin utilitario. El arte es transcendente, orientado intencionalmente a todo lo que no es él. La matemática es inmanente orientada a su propia coherencia.

Sin embargo, el arte siempre puede ser descrito lógicamente y no puede dejar de apoyarse en coherencias esquemáticas parciales o totales, y la matemática siempre puede ser vista como trampolín de cualquier transcendentalización.

El problema no está en subsumir el arte a la lógica o la lógica al arte, sino en aclarar sus diferencias de significación.

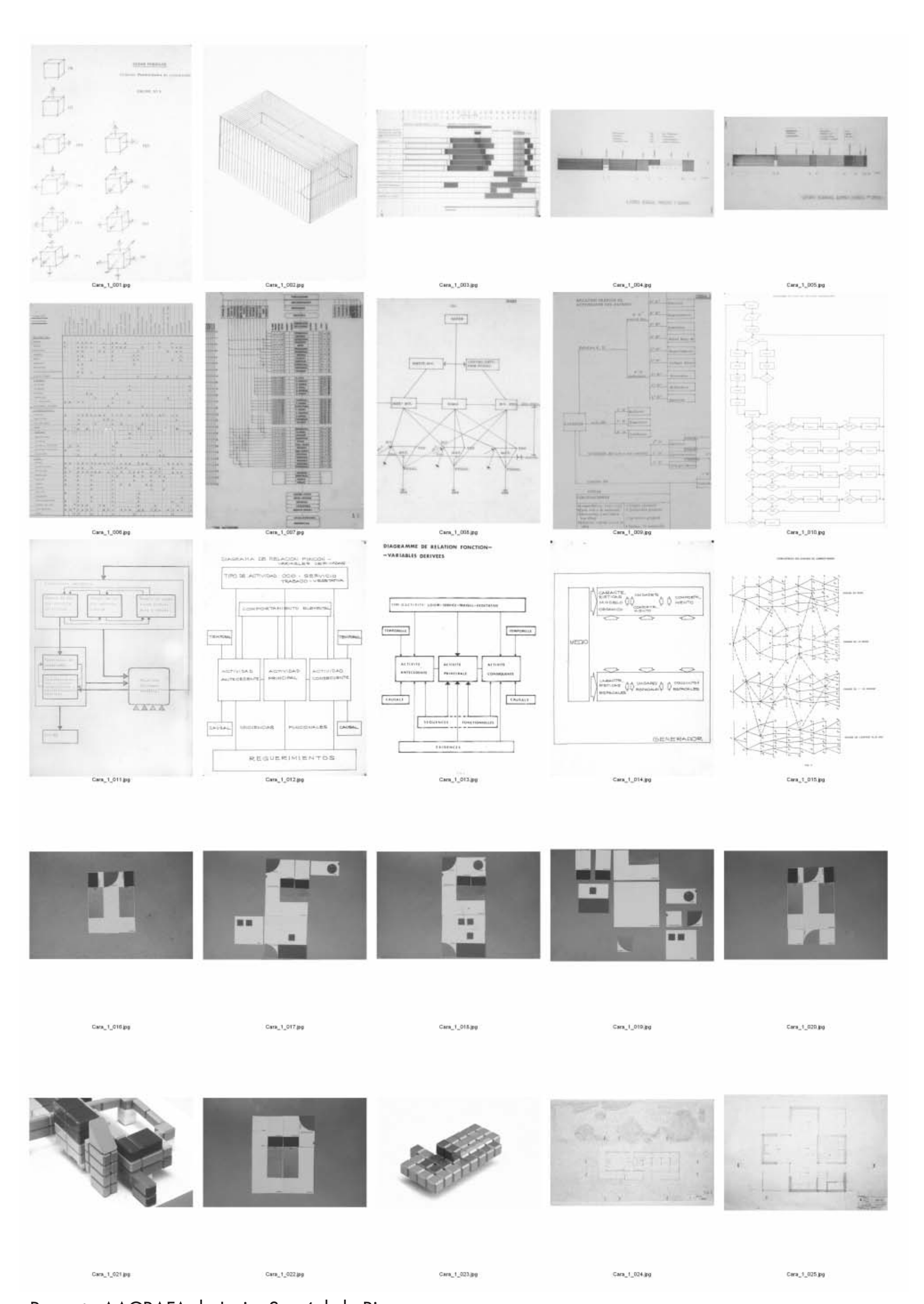
El esfuerzo por la informatización está permitiendo alcanzar una visión cada vez más tiara de ésta diferencia que parece sustancial.

Precisamente el campo del proceder gráfico parece clave, por su proximidad compartida entre el arte y la ciencia, para puntualizar esta diferencia tradicional de nuestra cultura.

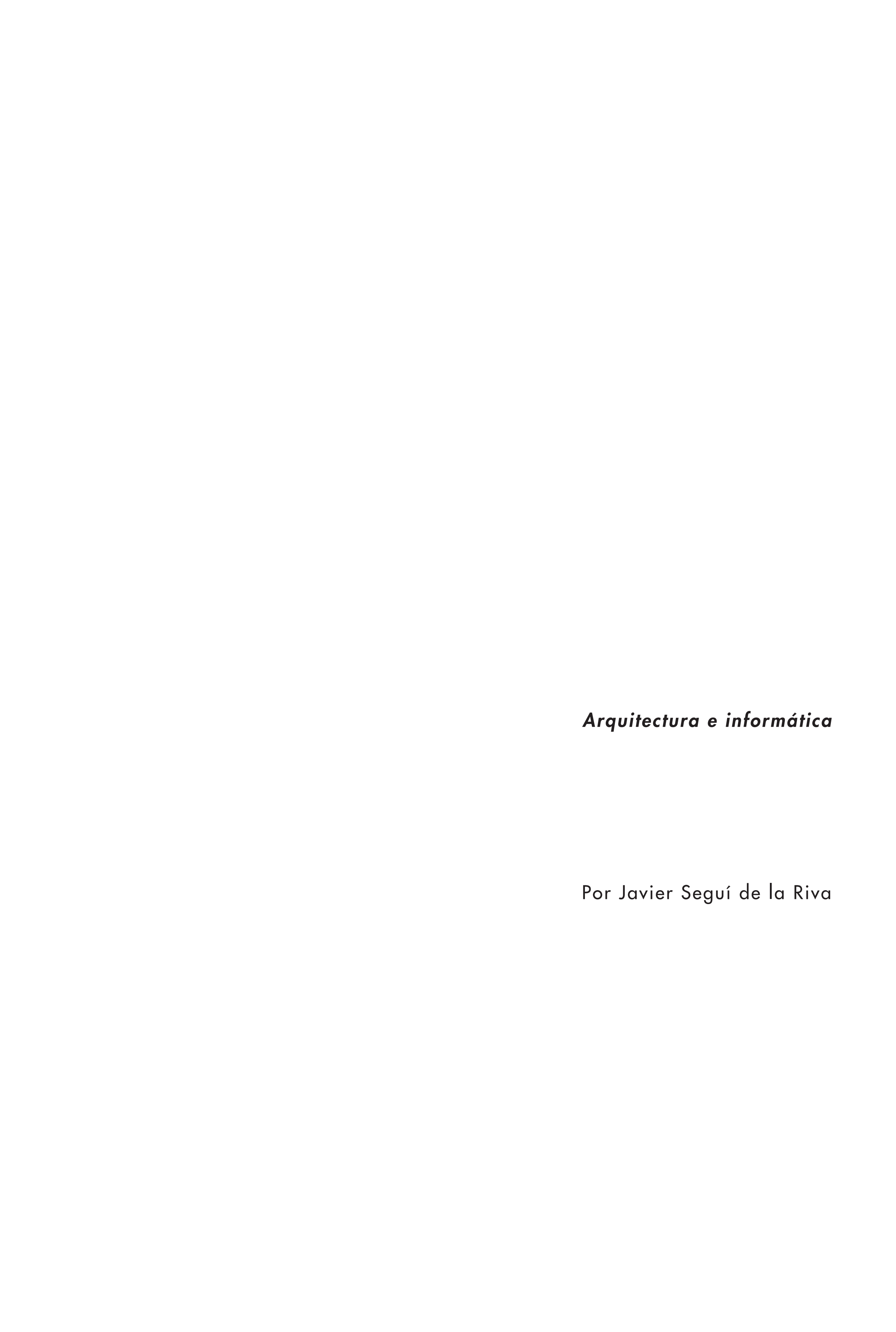
En el comunicado-declaración del próximo IX Congreso Internacional de Estética se dice lo siguiente a este respecto: "El campo más importante de la estética, pero menos investigado es el que corresponde a la creación artística y a la génesis de formas estéticas. La cuestión que se plantea es si esta situación está condicionada por el hecho de que este campo sea inasequible al estudio científico, al conocimiento y la teoría o, simplemente, es consecuencia de una negligencia de parte de los estudiosos, que hoy se puede subsanar."

"Como las antiguas categorías estéticas ya no se mantienen, hay que incorporarse a la viva corriente artística y, partiendo de experiencias y conocimientos históricos, comenzar la construcción de una nueva estética correspondiente a un mundo en transformación."

Nosotros esperamos que esta aspiración alcance el éxito y creemos que la experiencia obtenida en todos los ensayos acumulados de informatización del arte constituyen, si se llegaran a categorizar, una fuente riquísima de transformación para el pensamiento estético.



Proyecto AAGRAFA de Javier Seguí de la Riva



Arquitectura e informática

Por Javier Seguí de la Riva

La crisis del petróleo reforzó la crisis de la cultura occidental y supuso una conmoción importante en los puntos de vista alegremente progresistas del capitalismo industrial. Como fenómeno complejo, la situación no se puede reducir con facilidad, pero no interesa aquí tanto entrar en detalles analíticos, sino hacer notar un estado de cosas que produce inevitables consecuencias.

Una de ellas ha sido la disminución significativa del ritmo de informatización, especialmente sentida en varios campos específicos. En el que es objeto de nuestra charla, es evidente la debilitación, en estos últimos años, de lo que podría llamarse orientación informática de la arquitectura, en beneficio de un reforzamiento sustancial de la corriente artesanal ideológica, de la que parece esperarse un replanteo simplificador, contrapuesto al progresismo indiscriminado de la logoritmización de procesos.

Este quiere ser el punto de vista o encuadre en el que se va a plantear el tema objeto de esta exposición.

Para poder entrar en materia conviene, ahora, precisar los términos que se van a utilizar.

Entendemos por informática el conjunto de ciencias y técnicas que se ocupan del procesamiento y transmisión de la información; o la ciencia que estudia el tratamiento racional de la información como soporte del conocimiento en los campos científicos, técnicos y humanos, mediante el empleo de máquinas electrónicas programables.

De la informática, en este sentido, se puede subrayar: que es ciencia con fundamentos, principios, formalismos y sistematización propios, anclados en la lógica formal y la matemática; que se ocupa de una de las bases del conocimiento lógico y conceptual, cuál es la información, y que el tratamiento informático, en base a las máquinas programables, implica la algoritmización (cadenas de operaciones aritméticas y lógicas aisladas o estructuradas en secuencias iterativas)[1].

El tratamiento informático de los diversos campos del saber supone, así, la interpretación en estructuras algorítmicas de los sistemas cognoscitivos a tratar, lo que, a su vez, implica la organización de esos sistemas de acuerdo a principios y a hipótesis específicas, cuyos fundamentos son desarrollados en la teoría general de sistemas y en la cibernética.

[1]. F. de Arriaga en el trabajo *Bases para un tratamiento informático de la construcción analiza los conceptos V métodos de la informática* (Editado por ASIC).

El principio cibernético de las analogías se enuncia así: si dado un problema del tipo que sea (perteneciente a un campo cualquiera del conocimiento), podemos encontrar un modelo analógico tratable con ordenador y ese modelo resuelve el problema planteado, no podemos negar un cierto paralelismo isomórfico entre el problema original y el problema modelado, siendo el modelo una buena simbolización del problema. Si no ocurre así, nunca podremos estar seguros de si no hemos sabido plantear la analogía[2].

Por arquitectura entenderemos el saber teórico-práctico que produce artefactos técnicos, albergue y soporte de la actividad humana social.

A los productos de la actividad arquitectónica los llamaremos edificios (en sentido genérico) o arquitecturas.

Desde un punto de vista conceptual, correspondiente al más alto discernimiento entre especulación, ciencias y artes, la arquitectura es el saber que combina y compagina saberes relativos a las ciencias, las humanidades y la tecnología y, fundiéndolos, los interpreta en un producto técnico complejo.

El problema eterno de la arquitectura está centrado en el sincretismo del saber universal y ha supuesto la polarización de sus fundamentos entre el gnoscitismo (mágico o artístico), el cientifismo (empirista o positivista), y la negación de sus mismos fundamentos, en relación con teorizaciones críticas parciales de muy diversa procedencia, vinculadas con toda clase de actitudes[3].

La arquitectura de diseño (la única arquitectura escolarizada y legalmente practicable en muchos casos) supone un modo de producción altamente matizado en el transcurso de la cultura. Se basa en la confección de una presentación figural como modelo a reproducir técnicamente (industrialmente).

Hechas estas convenciones de partida, vamos a entrar de lleno en el tema.

El desarrollo de la informática y su indudable facilidad de asunción de ciertos problemas industriales, plantea, en los años 60, el experimento del tratamiento infor-

[2] J. Seguí, M. V. G. Guitián. *Investigación en procesos de diseño.* En este trabajo se discute el principio de computabilidad V otros en los que se basa el tratamiento informático de la arquitectura (E. T. S. A. M.).

[3] J. Seguí. *Teoría de la arquitectura-edificación.* En *Arquitectura teórica V disconformidad* (E. T. S. A. M.).

mático (y en contrapartida sistemático) del diseño en ingeniería y, en su consecuencia, del diseño en arquitectura[4].

Los pasos necesarios para poder pensar en el tratamiento informático de la arquitectura, según lo que hemos visto, son: 1° descripción operatoria de los procesos arquitectónicos (globales o parciales); 2° sistematización de los mismos, 3° modelización y 4° algoritmización.

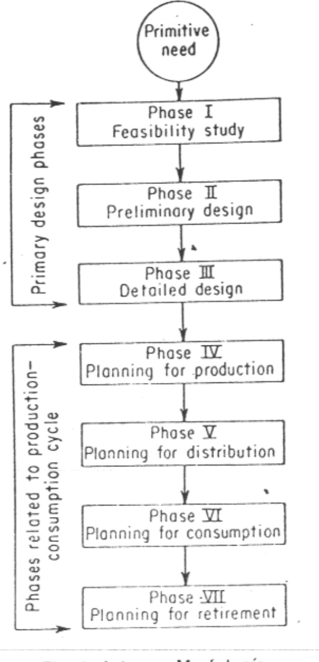


Fig. 1. Asimow. Morfología.

La historia del tratamiento informático de la arquitectura de diseño durante estas dos décadas supone la historia del esfuerzo por descubrir, sistematizar, modelizar y algoritmizar los procesos puestos en obra al diseñar arquitectura con las limitaciones epistemológicas y críticas que esta actitud conlleva.

Cada intento de informatización supone, pues, una definición del ámbito a tratar, una analítica del mismo, el manejo modélico de estructuras matemáticas y lógicas específicas y, como final, un conjunto de hipótesis que soportan la analogía de base.

Sin entrar en una prolija descripción de cada ensayo es difícil llegar a ver cuál es su auténtico alcance y significación. Evitando en lo posible la premiosidad, vamos a efectuar un recorrido arquitectónico por el espectro de ensayos y propuestas más importantes, dejando de lado los problemas genéricos comunes a la arquitectura y otras técnicas, cuáles son el cálculo estructural, el presupuestado, la gestión y control y la catalogación de productos industriales.

Quizás el primer acercamiento a la cuestión se produce al admitir el supuesto de que se puede llegar a describir operatoriamente el proceso que se sigue al diseñar. Un antecedente de esta postura está en el pragmatismo[5]. Su ratificación había sido consagrada con el éxito de la producción industrial.

[4] J. Seguí. *Planteamiento del tratamiento informático de la arquitectura*. Publicado en la *Revista Nacional de Arquitectura* (año 1971).

[5] Gregorv. *The design Method*. Es ilustrativo, al respecto, la lectura de W. James V Dewev. De James *Pragmatism* V de Dewev *Experience and Nature*.

El primer esfuerzo descriptivo data de 1962, con Asimow. Luego se multiplica, al punto. de que no es posible ningún ensayo informático sin una descomposición descriptiva de las operaciones.

Asimow en su *Introducción to design*[6] promovía el análisis morfológico del proceso completo de diseño-producción-uso-y-consunción de artefactos. Lo hacía de forma empírica con graves dificultades conceptuales, pero su esquema sirvió de orientación y referencia durante algún tiempo. Partía del confuso concepto de necesidad y distinguía fases (de análisis de facticidad, de diseño preliminar, de diseño detallado, de planificación de la producción, de planificación de la distribución, de planificación del consumo y de planificación de la destrucción), cada una de las cuales era considerada como proceso parcial, descomponible en series de operaciones, ajustadas a un esquema de planteamiento-operación-y-prueba que servía de definidor morfológico. La morfologización de los procesos inaugura un gran esfuerzo descriptivo del operar; que pronto se convierte en iniciativa al análisis fenomenológico del proceder. Análisis que comienza a descubrir las contradicciones lógicas del diseño, inmediatamente recogidas en el concepto de caja negra y en el de salto en el vacío y que convoca hasta una visceral repugnancia por parte de muchos diseñadores no dispuestos a intentar desvelar sus angustias decisorias. La corriente analítica de procesos pronto es denominada corriente metodológica y subsiste, indiscriminada y confundida, con la corriente fenomenológica que es su contraposición crítica. La primera acomete la descripción, incluso desvirtuando el proceder, ajustándola a un desarrollo estrictamente operativo. La segunda acomete la descripción ajustándola a las nociones y vivencias involucradas sacrificando, a veces, la operatividad. El esfuerzo descriptivo continúa hoy abierto al desarrollo como problemática básica de la arquitectura[7].

También es punto de partida otro supuesto operatorio, cual es la definición de unidades sustanciales básicas, con las cuales hay que suponer que se trabaja para obtener una configuración arquitectónica. La elementarización arquitectónica tiene una profunda tradición histórica, que se particulariza funcionalmente en el racionalismo.

[6] Morris Asimow. *Introduction to design*. Este trabajo ha sido recogido ampliamente comentado en muchos otros estudios.

[7] A este respecto basta con acercarse a la literatura arquitectónica de los últimos años. Puede citarse a Arnheim *The dynamics or architectural form*, Bonta *Sistemas de significación en arquitectura* y *La construcción lógica de la arquitectura*.

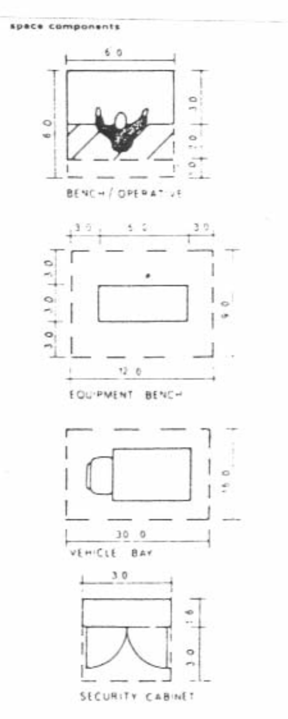


Fig. 2. Moore. Estudio de unidades espaciales.

La informatización de la arquitectura fuerza a que esta discretización tenga características empíricas específicas, analogizables con sistemas numéricos. El primer esfuerzo definidor de unidades con un punto de vista informático se apoya en el conductismo, data de los primeros años de la década de los 60, y se debe a Moore (*Activity Data Method*)[8]. Como en el caso anterior, también esta discretización es preceptiva y está presente en cada ensayo de tratamiento informático. (fig. 2)

Vamos a precisar un poco más este punto.

El diseño arquitectónico puede entenderse como organización de vacíos disponibles para albergar actividades humanas (comportamientos). Ya Vitruvio indica cómo ha de pensarse en los locales destinados a distintas actividades para planear los edificios, en los edificios para planear las ciudades y en los lugares naturales para configurar edificios y ciudades. El vacío limitado, configurado, tratado como medible y calificable, ha sido y es, en parte, la sustancia con que se piensa la arquitectura. Históricamente ese vacío configurado ha sido entendido como envoltura trazada y construida, referencia y límite del uso, de la visión y la simbolización. Con Bruno Taut y Alexander Klein[9] el vacío sustancial comienza a entenderse como envolvente, como horma que es forma vacía producida por huellas de los movimientos que puedan realizarse en su interior. Con esta matización, la unidad sustancial, referencia del pensamiento arquitectónico, comienza a ser el vacío cualificado y determinado por las acciones y situaciones (funciones o comportamientos) a que se destina. Desde el más estricto reduccionismo, el vacío unitario comienza a entenderse como envolvente del movimiento o sedencia del cuerpo humano, en relación a la concatenación de posiciones que toda actividad supone. More y Longbone determinan unidades sustanciales de actividad considerando posturas básicas, soporte de mobiliario, movimientos preparatorios y accesorios y una serie de cualificaciones ambientales de confort[10]. La unidad pasa a ser

[8] El método de Moore fue presentado en el congreso de Portsmouth. Está recogido en *Designmethods in architecture.*

[9] En *El diseño racional de la casa* se recoge la síntesis de este primer trabajo funcionalista.

[10] El trabajo de referencia está publicado en *Design methods in architecture.*

unidad ergonómica, vacío dimensionado y cualificado mínimo para que sea posible una actividad. En este sentido nosotros mismos, en el Centro de Cálculo, elaboramos una sistematización de las actividades en la que se tenían en cuenta diversos factores[11]. (figs. 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Con unidades sustanciales métricas definidas, la organización arquitectónica puede descomponerse en niveles y pensarse en función de las operaciones realizables con las unidades, (he aquí unos ejemplos de organización de un local) (figs. 9, 10, 11, 12, 13, 14).

Las unidades sustanciales así definidas permitían directamente tratamientos matemáticos y, en consecuencia, la utilización de modelos descriptivos de distinta índole. Por los años 69-70, también en el Centro de Cálculo, nos ocupamos de describir el comportamiento como cadenas de actividades, y se llegó a plantear un tratamiento para el análisis y descripción de comportamiento social.

En consecuencia a este trabajo, no era difícil la elaboración de modelos matemáticos de organización arquitectónica [12].

Las unidades espaciales ergonómicas, con su radical reduccionisma, mecanizaban el tratamiento arquitectónico y no respondían a las exigencias proxémicas de la cultura ni a la vivencia fenomenológica del espacio, tal como se piensa en el diseño o

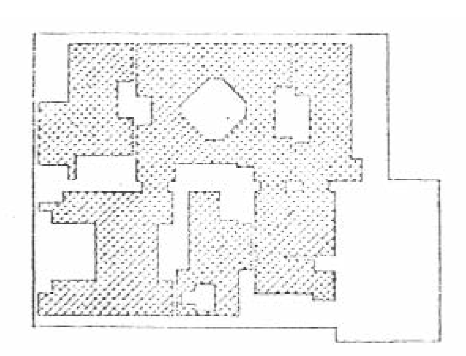


Fig. 4. Klein. Vacíos utilizables.

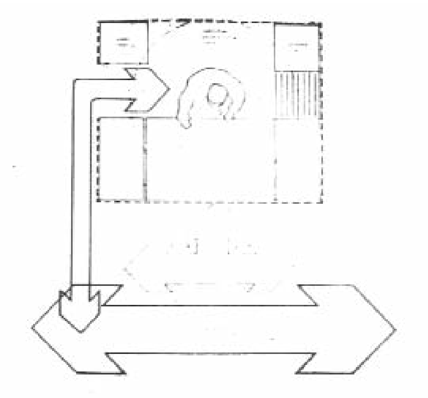


Fig. 5. Moore. Longbone. Unidades.

[11] Cuaderno del CCUM ven *Ordinateurs et créativité.*

[12] *Ordinateurs et créativité (architecture).* Conferencia de J. Seguí en el congreso del 1. R. 1. A. (París 1971).

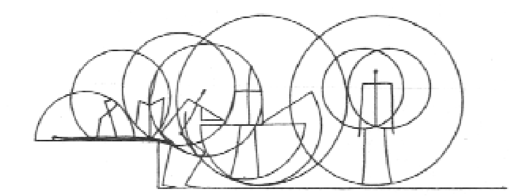


Fig. 6. Envolvente de movimientos.

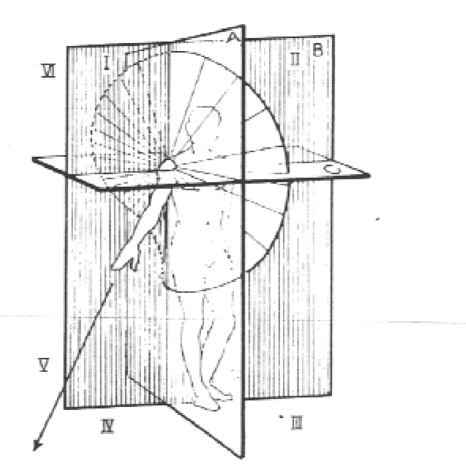


Fig. 7. Espacio de movimientos.

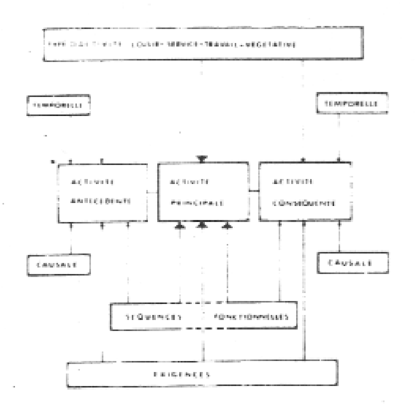


Fig. 8. Estudio de actividades.

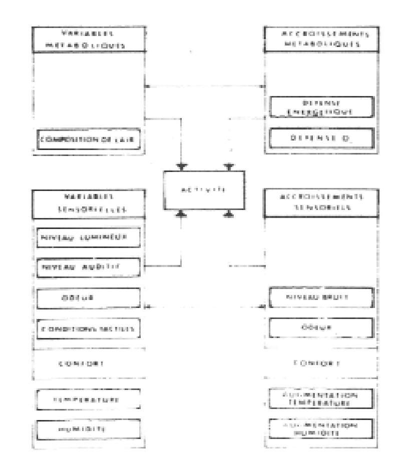


Fig. 9. Estudio de actividades.

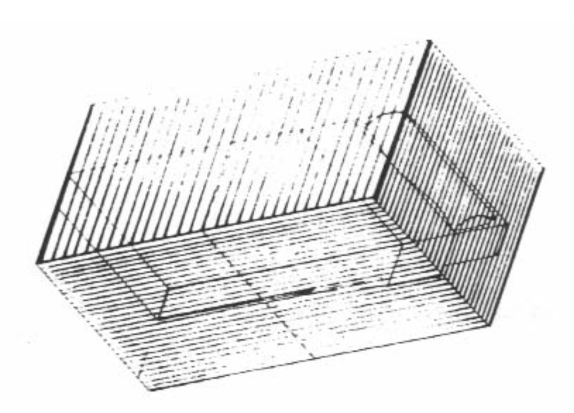


Fig. 10. Espacio de mueble.

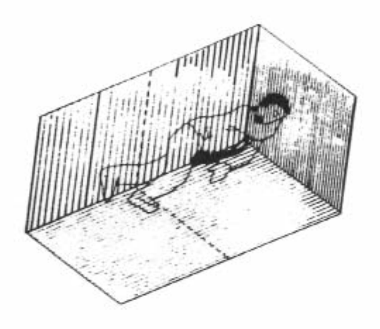


Fig. 11. Espacio de actividad.

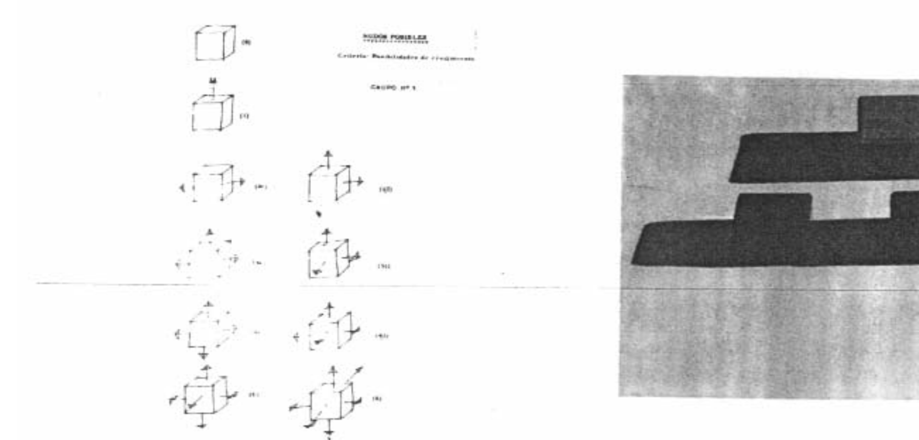


Fig. 12. Conexiones de unidades.

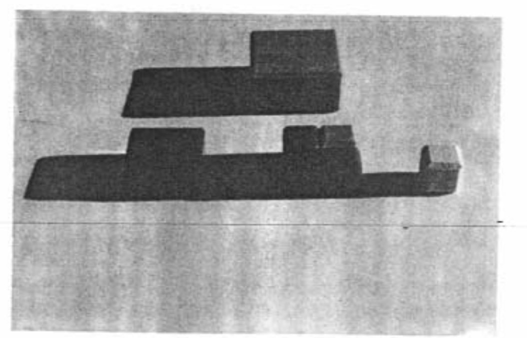


Fig. 13. Unidades espaciales.

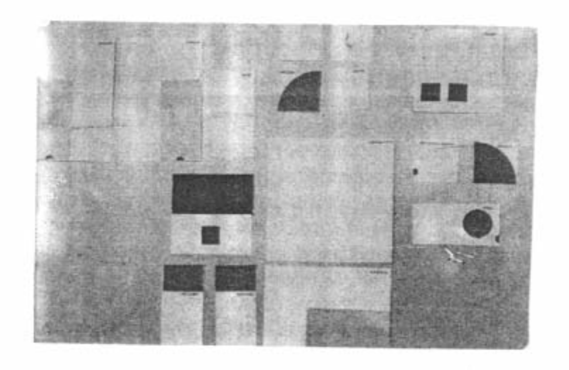


Fig. 14. Componentes espaciales.

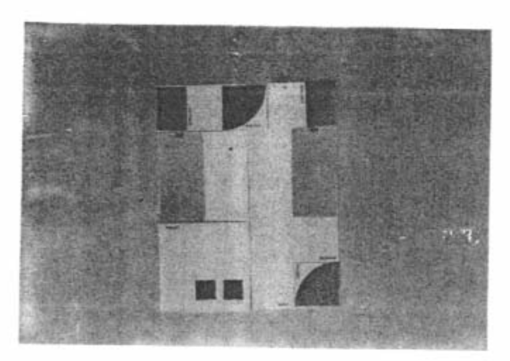


Fig. 15. Composición de unidades espaciales.

como luego se habita o se percibe en la ciudad. El problema sigue abierto hoy, y aunque no parece que haya ninguna contradicción insalvable entre el vacío sustancial ergonómico y el espacio habitado, pensado y apercibido, es indudable que no se ha logrado una síntesis conceptual y operativa satisfactoria[13].

Con una descripción morfológica del proceso de diseño y una definición de unidades arquitectónicas, aunque tengan que ver entre sí, no se puede alcanzar el tratamiento

[13] El planteamiento del problema apareció con los *human factor*s y la proxémica de Hall (The hidden dimension). Hoy siguen los esfuerzos en estudios como *Personal space* de Sommer y otros.

informático. Para llegar a él es necesario sistematizar el proceso y los elementos a manejar, especificando su operatividad y haciéndolo análogo a alguna estructura lógica matemática que permita su algoritmización. Aquí es donde, junto a las dificultades de la sistematización, el conflicto tradicional entre los procedimientos artísticos y los lógicos se hace patente, de forma que cada ensayo de tratamiento supone un delicado ejercicio de aclaración y crítica de la gnoseológica arquitectónica.

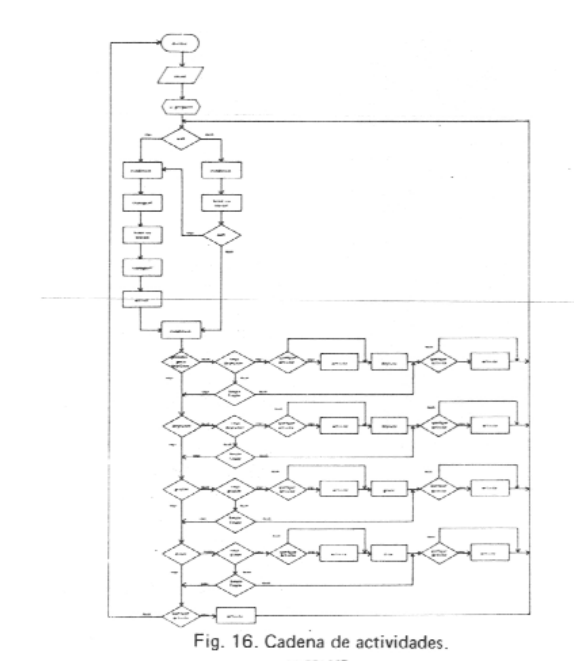

Fig. 16. Cadena de actividades.


Fig. 17. Modelo de generación.

En este punto ha habido dos vías, la que ha tratado de aplicar modelos matemáticos de mayor o menor alcance como sistemáticas estructurales que tratan de abarcar el proceder arquitectónico; y la que ha partido de la sistematización categorial de la propia arquitectura buscando, después, entre las estructuras o disposición, la más conveniente.

En relación a la primera vía se pueden distinguir dos clases de intentos: la aplicación de modelos matemáticos al diseño como globalidad, campo en el que caben citarse a Mesarovich[14] y su esfuerzo por describir el diseño desde la incipiente teoría de autómatas, Archer[15] que ensaya la misma descripción ajustándola a la investigación operativa y, en el camino de Newel, Shaw y Simon, hombres como Eastman[16] que tratan la descripción desde la llamada resolución de problemas. En todos estos casos es el modelo ma-

[14] Marovic. *Views in General Systems theory*

[15] Archer. *The structure of design process*

[16] Eastman. Ponencias en los EDRA 1, 2 , 3 y 4. Con posterioridad Eastman ha preparado y dictado cursos de diseño desde la perspectiva de la *resolución de problemas*.

temático de partida el que define el sistema y asegura su algoritmicidad y en consecuencia, el planteamiento arquitectónico subyacente queda sometido y forzado al primero. Aquí se trata, más bien, de ver si se puede reducir la arquitectura a la operatividad de diversas estructuras matemáticas, que de lo contrario. Estos trabajos, quizás los menos espectaculares, han sido los más profundos. La analogización de la investigación operativa con el proceder arquitectónico no lograba incluir en ella la génesis de los criterios de diseño. Los otros dos ensayos, más poderosos, no lograban pasar de la categorización lógica de operaciones genéricas.

El segundo intento consiste en seleccionar ciertos procedimientos matemáticos estructurados y utilizarlos como modelos de partes o conjuntos de operaciones aislados en los procesos de diseño. En esta dirección, más simple que la primera, se ha producido mucho trabajo, aunque la limitación de su alcance sea evidente. En este encuadre caen los trabajos de Alexander[17] que se limitan a la puesta en práctica de un modelo que permite simplificar relaciones, definidas como vinculaciones entre elementos arquitectónicos: concebidos como vacíos destinados a la actividad. También pueden citarse los trabajos de Whitehead y Eldars[18] que consisten en la aplicación de la programación lineal a la minimización de recorridos en el interior de edificios completamente definidos arquitectónicamente. Este procedimiento consiste en la evaluación de los paseos de los usuarios entre locales de un cierto edificio diseñado, y el cálculo de la disposición óptima de esos locales para que los paseos (tiempo de paseo) sean mínimos. En esta aplicación, por supuesto, la forma de los locales y la estructura del edificio han de estar determinadas antes de proceder a la optimización. Morán[19] otro representante de este enfoque, intenta la aplicación de las propiedades duales de los grafos para obtener disposiciones espaciales, a partir de esquemas de relación entre unidades arquitectónicas. (figs. 18, 19, 20)

La debilidad de estos enfrentamientos en bloque, es que son excesivamente empíricos y, en consecuencia, pasan por alto la auténtica problemática epistemológica del diseño, con su carácter conjetural simbolizador y creativo. Sin embargo, hay que decir que las dificultades encontradas en los intentos de modelización total han arrojado

[17] Alexander. *Notas para la síntesis de la forma*. Sobre este libro se ha reflexionado con profusión en los últimos años.

[18] Los trabajos de estos autores (en varios congresos) han aparecido en varias publicaciones. Pueden consultarse en *La sfida elettronica*.

[19] Op. cit. 18

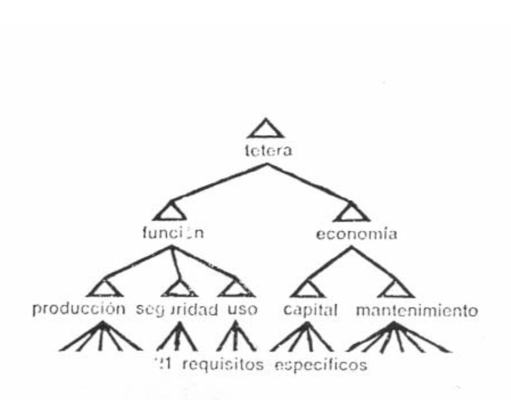


Fig. 18. Alexander. Arbol de relaciones.

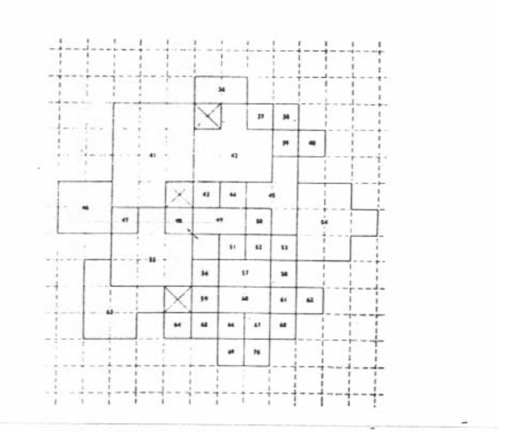


Fig. 19. Witehead. Cuadro de localización de locales.

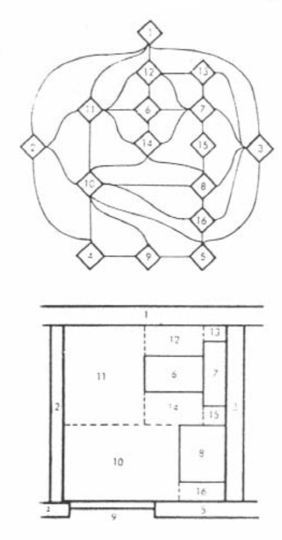


Fig. 20. Morán Grafo de relaciones y espacio dual.

y están arrojando más luz sobre los procesos de diseño, que ninguna otra postura anterior reconocida en la historia de la arquitectura.

Hacia el año 68-70 se plantea la tarea de acometer la categorización de las operaciones, principios y elementos del diseño para, a partir de ahí, arrancar a la búsqueda de los enfoques informáticos pertinentes. Esta vía de esfuerzos, asentada en el análisis fenomenológico del proceder, genera gran cantidad de especulaciones y desemboca en una fuerte crítica cognoscitiva, que produce interesantes categorizaciones sistemáticas de partes del proceso. Por supuesto que las orientaciones y te-

máticas expuestas con anterioridad no se detienen y se superponen en esta nueva actitud, que se desarrolla en el campo de la epistemología y en el de la teoría de sistemas, con una aparente gran dispersión en relación a los enfoques particulares que se dan a los trabajos.

Quizás, las notas más destacadas de esta corriente de estudios son estas dos. En primer lugar, los planteamientos son más modestos, más experimentales y básicos. Ya no se utilizan títulos y presentaciones tan pretenciosos.

Y en segundo lugar, no se pretenden forzamientos informáticos espectaculares. La denominación de sistemas de ayuda al diseño pertenece a esta actitud y trata de poner a punto tratamientos informáticos circunscritos a su natural alcance operativo.

Dentro de este encuadre cabe citar bastantes trabajos.

En la perspectiva de la sistematización están los trabajos de Jones, Markus Eastmann y Simon[20]. Entre nosotros Juan Navarro y el Grupo de Sistemas artificiales, entonces compuestos por unos cuantos estudiantes, acometen el análisis del diseño a partir de un enfoque cibernética, llegando a categorizar muchas de sus relaciones dinámicas[21]. Nosotros mismos, a partir del análisis de las operaciones que llevan a cabo los diseñadores al diseñar logramos algunas categorizaciones todavía válidas hoy, capaces de fundamentar sistemas conversacionales de ayuda y orientación en el diseño[22]. Negroponte en el MIT, a partir de planteamientos de tratamiento gráfico como el GRAFT, y el SKECHPAD, elabora el sistema Urban 5 que, además de ser uno de los sistemas más sofisticados y primeros de ayuda al diseño, es una categorización analítica importante del comportamiento de los diseñadores. El Urban 5 es un sistema interactivo que permite visualizar decisiones de diseño, por pasos interconectados en distintos órdenes[23]. (fig. 21,22)

En la perspectiva de la más pura experimentabilidad hay que citar el trabajo *Archi-*

[20] Se hace mención a un buen conjunto de estudios. Son especialmente destacados:

Jones *Design Methods*, Markus *Building performance*. Simon *The Sciences of artifitial*.

[21] El grupo SA (sistemas artificiales) hizo varios trabajos. El Cuaderno 2 del C.C.U.M. recoge en profundidad la temática tratada.

[22] J. Seguí y M.V.G. Guitián. Experiencias en diseño; J. Seguí. Nuevas experiencias en diseño; J. Seguí y M.V.G. Guitián *Modelo de formalización*.

[23] Negroponte. *Urban 5*. Congreso del 1. R .I.A. (París, 1971).

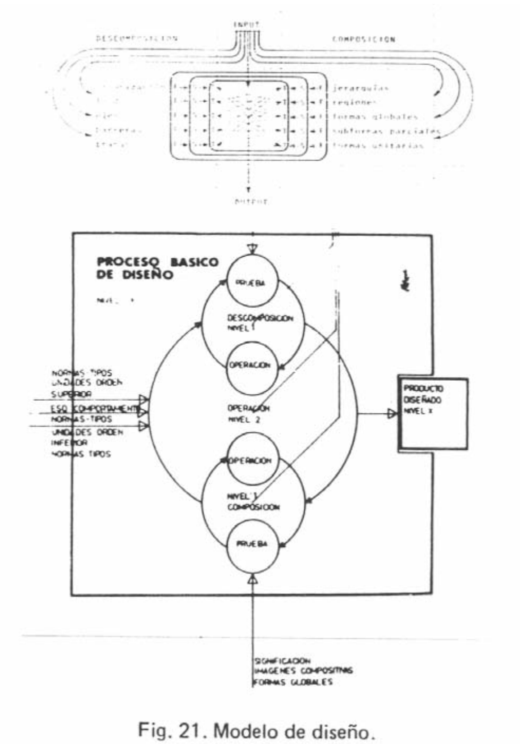


Fig. 21. Modelo de diseño.

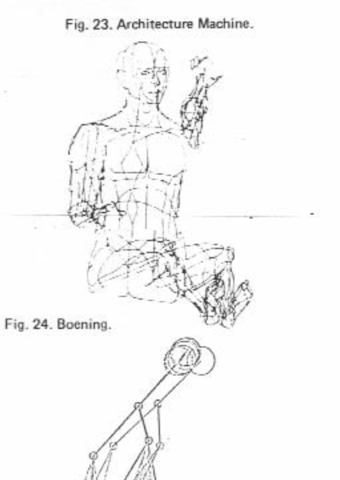


Fig. 23. Architecture Machine.

Fig. 24. Boening.

Fig. 25. Recaredo.

tecture Machine de Negroponte[24], basado en el diseño de aparatos cibernéticos capaces de responder al comportamiento de colectividades de animales, cambiando la configuración del medio de partida. Este y otros trabajos parecidos, plantean la posibilidad de incorporación del tratamiento de la información como auxiliar en procesos de diseño vivos, donde la misión informática queda circunscrita al análisis, más bien que a la toma de decisiones. (fig. 23)

En la perspectiva de los desarrollos específicos, que cubren áreas parciales en los procesos generales de diseño, hay muchos trabajos.

[24] Negroponte. *The architecture Machine.*

En el campo de la ergonomía, tras los pasos de la Boening que logra poner a punto un sistema de simulación del comportamiento de los pilotos, aparecen modelos como el SAMY y, entre nosotros, el RECADERO que sirve para comprobar la adecuación de los espacios a las dimensiones y movimientos del hombre, considerado como estructura con caracteres fisiológicos básicos[25]. (figs. 24, 25)

En el campo del comportamiento, G. Camareno y J. Sarquis, entre nosotros, diseñan una gramática para la simulación del comportamiento de grupos de organismos[26].

Son también importantes una gran colección de trabajos destinados a fines específicos que, aunque limitados en su alcance, cubren diversos aspectos y problemáticas de los, procesos de diseño. Benholtz[27] desarrolla un programa que produce configuraciones planas de espacios a partir de matrices de proximidad, con el fin de que los resultados sirvan de incentivo creativo. Auguer[28] desarrolla un programa que permite la óptima colocación de unidades respecto al soleamiento y las vistas en lugares de características topográficas definidas. Bond[29] desarrolla un programa que ajusta y regulariza modularmente diseños. El West Sousex Council[30] desarrolla un conjunto de programas que cubren partes diversas del proceso de diseño, desde la coordinación modular, hasta el presupuesto, aunque de modo inconexo. Por fin son de gran relevancia un gran conjunto de trabajos fundados en la realización de perspectivas cambiantes, que permiten la exploración del aspecto de los diseños desde su primera definición[31].(figs. 26, 27, 28, 29)

En este último desarrollo, anterior a la paralización de casi todas las investigaciones en 1974, ya estaba implícito y asumido el conflicto creativo del arte y su protagonismo simbólico dentro de las sociedades. Pero sin querer, se estaba yendo hacia una nueva e increíble complejificación, que alejaba cada vez más a grandes sectores profesionales y sociales en el enredo de las discusiones y disquisiciones epistemológicas y metodológicas inherentes a una laboriosa y difícil tarea.

[25] Los estudios realizados en España a este respecto se recogen en el trabajo de Carlos Sevilla en *Investigación de procesos de diseño* (E.T.S.A.M.)

[26] G. Camarero y J. Sarquís. Ponencia en el congreso de arquitectura y automática de Madrid.

[27] Benholtz. EDRA 2.

[28] Auger *The architect and the computer*.

[29] Este trabajo ha sido publicado en *La sfida elettronica*.

[30] *Architect-computer-system*.

[31] Peraita. Programa PERSPE.

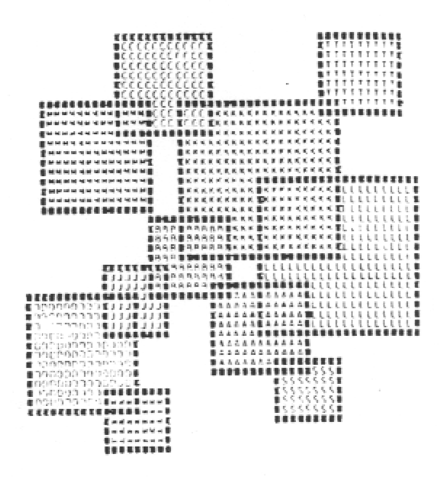


Fig. 26. Benholtz. Composición de espacios.

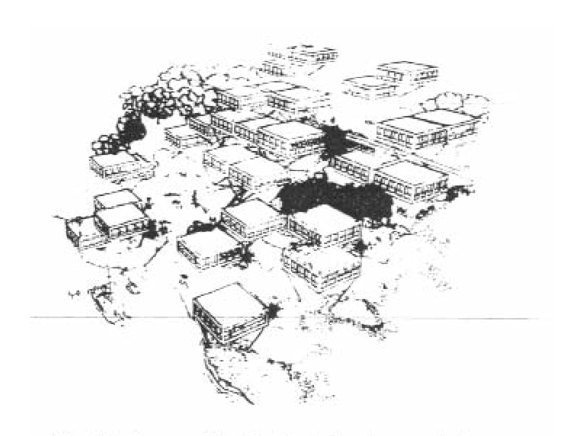


Fig. 27. Anger. Diseño de viviendas modulares.

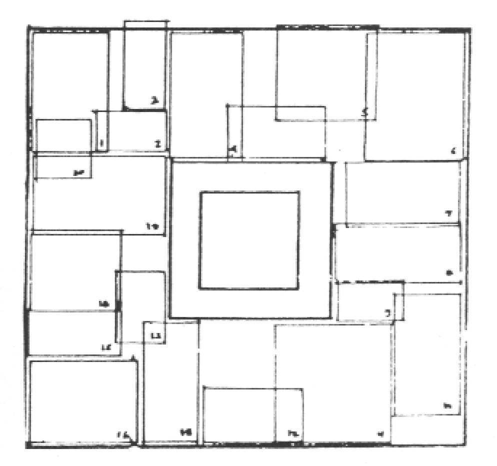


Fig. 28. Ajuste de locales.

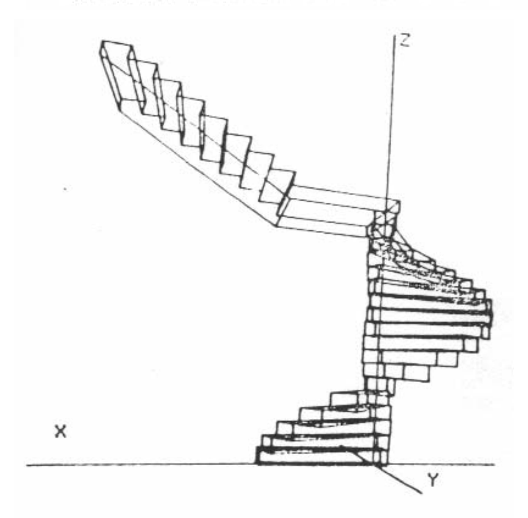


Fig. 29. Hossdorf. Perspectiva de escalera.

Con o sin informatización arquitectónica, había que seguir edificando y remodelando, para una sociedad insatisfecha ante el fracaso urbano del industrialismo.

Con la simple puesta en marcha informática de buenos bancos de datos, no parecía justificado invertir en una aventura potencialmente controladora y, quizás, cognoscitivamente perdida por mal planteada.

Hacia el año 74 la orientación de la investigación en los departamentos universitarios cambia; de la informática se pasa a la exploración sociológica de la arquitectura[32].

32 Buena muestra de este giro son los proceedings de las últimas reuniones de los E.D.R.A. americanos.

Sin embargo ha pasado algo: el diseño arquitectónico sólo se ha informatizado en parte pero la informática ha recibido un campo nuevo de investigación; el de los lenguajes de diseño[33].

Sin haber pasado de los ensayos iniciales, era evidente el primordial papel de la investigación fenomenofógica y, en paralelo, también era evidente que los procedimientos operátorios, puestos en obra al diseñar, eran comunes a multitud de disciplinas, encuadrables en el campo de la lógica y la teoría de sistemas. Podía distinguirse bien entre lenguajes de diseño (principalmente lenguajes gráficos) y procedimientos de comprensión y significación del diseño.

Curiosamente la investigación universitaria de la arquitectura opta, preponderadamente, por la investigación fenomenológica, dejando el ámbito lógico lingüístico a disposición de otros especialistas, aunque hago uso de él como potente referencia. Esta opción ha llegado (en apariencia), otra vez, a la dicotomía entre arte y pensamiento lógico; encrucijada eterna donde parece se debate la supervivencia de lo no-lógico como motor de la creación.

Ya se sabía, pero, hacia los años 74-75, se hace evidente que la arquitectura es magia producida. Me explico, que la arquitectura, como producto, es mucho más importante y urgente que la aclaración de su modo profundo de proceder. Que la arquitectura es arte misterioso y simbólico que se produce en el seno insistematizable de la sociedad. Que la arquitectura pertenece al ámbito, aborrecido y negado, de la metafísica y al, calurosamente aceptado, de la ideología como fundamento de las superestructuras y de la confrontación social. Que la arquitectura es oficio impenetrable y esotérico, inmodificable, y un instrumento poderosísimo de referencia social.

También, como en otras ocasiones, esta postura se extrema hasta presentarse como irreconciliable con la otra, a pesar de no poderse distinguir, desde un punto de vista epistemológico, sus subrayadas incompatibilidades. En algunas latitudes del globo, como por ejemplo entre nosotros, en que las situaciones socio-políticas son críticas, el recelo a las posturas analíticas positivistas y, de rechazo, a las posturas analíticas de raíces idealistas se manifiesta con caracteres casi patológicos.

Hoy se vive la arquitectura y su información desde el más angustiado recelo. Pero también puede encontrarse una causa razonable al fenómeno, junto a la crisis de la cultura.

[33] Basta recordar la creación reciente de un gran conjunto de equipos de trabajo dedicados al tema (U. Autónoma de Madrid) y los trabajos de Hossdorf en Baileal.

El trabajo desarrollado y los descubrimientos realizados en el ámbito de la informatización del diseño, con raíces en un sinnúmero de enfoques teóricos y procesativos, todavía no han sido reunidos ni enjuiciados. Falta una visión crítica con perspectivas temporales amplias.

Algunos pensamos que, en los sucesos acumulados en estos experimentos, más que en las realizaciones espectaculares, hay diseminada una información capaz de fundamentar una auténtica revolución del pensamiento arquitectónico (o socio-cultural, como se prefiera).

Sólo esperamos que pueda llevarse a cabo en los próximos años.



Máquina Poética. Poema visual de Ignacio Gómez de Liaño

Pintura y Perceptrónica. Estudio de transformaciones en pintura

Ignacio Gómez de Liaño

y Guillermo Searle Hernández

Publicado por primera vez en marzo de 1973, en el *Boletín del CCUM* número 22.

La pintura como ojo artificial

No siempre se vio con los ojos. Basta leer a Homero para enterarse de que en aquellos tiempos se veía en los ojos. Es como si dijésemos que entonces al ojo no se le consideraba el instrumento para ejercitar un poder, el visual, sino la ventana o pantalla donde se suceden las impresiones luminosas de las cosas, el lugar donde se imprimen las huellas y afecciones visuales de los objetos.

Dentro de esta perspectiva —¡perspectiva, inevitable alusión a la historia del ojo!— podemos considerar a pinturas y cuadros como materializaciones artificiales del ojo. En este caso diríamos que se trata de un ojo destilado en el razonamiento, en la mente, seleccionado a partir del arsenal de todas las imágenes posibles, y, por último, que todo ese conglomerado de imágenes es hecho objeto de elaboración, campo para la invención y la poesía.

En nuestros días esa ciencia novísima que se llama biónica se dedica a la investigación de los procesos tecnológicos específicos —y uno de ellos sería la pintura, aún cuando no se reduzca a mera tecnología— tomando como punto de mira y mapa orientador, los procesos y mecanismos biológicos. Los sistemas físicos resultan más transparentes, explícitos y sucintos que los biológicos, pero es la finura y complejidad de éstos lo que se destaca ante el tecnólogo como desiderátum y fuente de sus invenciones y realizaciones técnicas. La biología se hace, de este modo, prototipo y plataforma, modelo y trampolín. Presentando estos nuevos títulos podemos ahora decir con toda pertinencia que vemos la pintura en los ojos.

Este planteamiento, de apariencia tan novedosa y original, tiene su genial anticipación —hace casi medio milenio— en la obra de Leonardo da Vinci. Basta abrir su *Tratado de la Pintura* para advertir al punto la complicidad en la que Leonardo pone al ojo y a la pintura. En más de cien ocasiones se servirá del ojo como modelo natural de su ciencia y arte pictóricas. En un aforismo recogido al azar leemos que "la pintura se cimenta en la perspectiva, que no es sino el arte de representar lo que se ve, o sea de hacer objetos parecidos a los que contemplamos con los ojos" (af. 125). En otro aforismo nos dice que el ojo viene a ser el sol que se refleja en las aguas de la pintura. ("Del sol que tiene al agua por espejo", af. 216). La genealogía de este punto de vista puede rastrearse también en Leone Battista Alberti, si es que fue él, como pretende, el inventor de la retícula cuadriculada para fijar geométricamente en el plano los datos que nos proporciona la visión tridimensional. (Véase el principio de *Los Tres Libros de la Pintura*, edición de 1784 de Rejón de

Silva, Madrid; estos libros están precedidos, en esa edición, por el *Tratado de la Pintura* de Leonardo).

Pero es el mismo Leonado quien insiste en el carácter filosófico natural de la pintura, incluso en su carácter mental (af. 87). De la pintura dice taxativamente que es razonamiento mental mayor, sin por ello olvidar la apertura inventiva que el artista pone en obra por encima de los condicionamientos morfológicos (af. 77). Si agregamos a esto sus ideas sobre la fuerza y el movimiento, principios que todo proceso físico-técnico que produzca pintura ha de tener en cuenta, nos encontraremos con una concepción tecnológica a la vez que poético-inventiva sorprendentemente actual de la pintura.

Podemos considerar a las ventanas —ojos del edificio— o a la red que usa el pintor, como otras tantas extensiones del ojo. Y a esta red podemos tomarla como una suerte de retina artificial a la que se trasladan las propiedades geométricas del objeto que se nos presenta desde un determinado punto de mira. Una vez efectuado este traslado podemos afirmar que la pintura es, técnicamente, un acontecimiento mensurable, un orden determinado de grados de luz y de tonos de color. Con nuestro trabajo hemos pretendido simular, a escala reducida, y empleando el ordenador electrónico, algunos momentos de este proceso perceptivo. Mas no se trata solamente de simular sino también de jugar, de acuerdo con unas reglas de juego definidas, con ese proceso perceptivo artificial.

Análisis y generación en pintura, y una rudimentaria aportación desde el Greco

El trabajo que a continuación presentamos no ha de ser mirado como una puesta en práctica exhaustiva del punto de vista de la pintura que hemos expuesto en el epígrafe anterior. Es simplemente uno de los experimentos posibles, un uso particular de un concepto cuyo alcance es mucho más largo.

En un comienzo lo que nos propusimos fue el estudio morfo-sintáctico de la pintura, establecer un método analítico eficaz, a fin de llegar a fundamentar una gramática generativa de la pintura. Elegimos para ello el *Apostolado* del Greco que se encuentra en Toledo, suponiendo que en todos los cuadros hallaríamos una estructura profunda común y bastante sencilla. A continuación nos resultaría hacedero definir cada cuadro mediante una serie de reglas de transformación, topológicas y métricas, sobre todo. El logro completo de este planteamiento estaría en llegar a traducir

matemáticamente no un cuadro, cosa no especialmente difícil, sino las reglas transformacionales de generación de todo cuadro de esa clase.

Aunque nuestra investigación no siguió este rumbo (que sí hemos seguido, en cambio, en arquitectura, tomando como punto de partida el patio plateresco), creemos poder aventurar algunas apreciaciones sobre un trabajo de este tipo. Una de las dificultades mayores está en conjugar la semántica o significación de una figura y su sintaxis formal. Por ejemplo: ¿cuáles han de ser las características sintáctico-formales de una cabeza? El problema así planteado es punto menos que insoluble, pues el semantema cabeza puede exteriorizarse en los perfiles más variados, los trazos pictóricos pueden ser más o menos exactos, etc. Esta metodología semiótica es mayormente problemática cuando lo que se nos presenta son cuadros complicados y de grandes proporciones. Así en *Las lanzas* una cabeza lejana puede presentar rasgos formales muy parecidos a los de un detalle del paisaje o de la silla de montar de un caballo.

Si nos centramos exclusivamente en el nivel morfosintáctico, el análisis es mucho más fácil, pues, en ese caso, definir un cuadro podría ser con todo derecho indicar ausencias o presencia (+ ó -) de luz o pigmentos en cada cuadro de la retícula, es decir, servirse provechosamente de las coordenadas cartesianas como definición del estado pictórico A, y de las transformaciones de esas coordenadas para representar otros estados pictóricos B, C… N. Estos procedimientos son esencialmente topológicos y métricos. Aún podríamos agregar un tercer método, el estadístico, para definir las características formares de una pintura. Max Bense ha llamado a aquellos procedimientos macroestéticos, y a los estadísticos, microestéticos, siguiendo, como es fácil ver, una analogía extraída del dominio de la física. Definir microestétimente una pintura sería determinar la cantidad de información que tiene, ya el cuadro dentro de un repertorio de cuadros, ya una determinada forma, color o elemento del cuadro, dentro de la pintura en cuestión o del conjunto pictórico de un autor, época, etc. Digamos a este propósito solamente que la cantidad de información es una medida de probabilidad. Tanta más información tiene un elemento cuanta es menor la probabilidad de aparición del mismo, y cuanto mayor es el conjunto de elementos del repertorio.

He ahí, pues, someramente expuestos algunos procedimientos para entrar en el estudio morfosintático de la pintura.

Pero el problema mayor, como hemos dicho, reside en el acoplamiento de semántica y sintaxis, en la definición de los elementos formales que son necesarios para que a un

objeto sea reconocible como tal. De la dificultad de esta empresa nos da una idea el incremento que han tenido en los últimos cinco años los estudios de *pattern recognition*, sobre el fenómeno de reconocimiento semántico de estructuras o pautas formales.

Retina hilemática

La vía de acceso que adoptamos en nuestro trabajo es una cierta simulación del funcionamiento del ojo, más exactamente, de la parte fotosensible del mismo, que se llama retina. Como es sabido, esta superficie, sembrada de conos y bastoncillos conectados sinápticamente con terminaciones nerviosas, es la encargada de recoger el haz de luz que proyectan los objetos. Las pirámides luminosas de éstos pasan a través de la cornea y del cristalino al interior del globo ocular —verdadera cámara oscura biológica— e inciden en la pared posterior, donde activan determinados mecanismos nerviosos que se encargan de transmitir la imagen al cerebro a través del nervio óptico. Obviamente no entraremos aquí en los mecanismos biológicos de codificación y de transmisión de la imagen visual desde la retina al cerebro.

La manera más sencilla y eficaz de representar una retina era la ideada por L. B. Alberti y magnificada por Leonardo, una red o retícula. Sobre ella proyectamos (sirviéndonos de un proyector de diapositivas) el cuadro en cuestión. En cada uno de los vanos o cuadraditos de la red anotamos un número, en una escala de 0 a 5 de intensidades de grises desde el blanco 0 al negro completo 5. Otro tanto hicimos con los colores, pero después no procedimos a ninguna elaboración ulterior (Searle y Cienfuegos tienen un trabajo de este tipo empleando colores, hecho a partir de *La maja desnuda* de Goya).

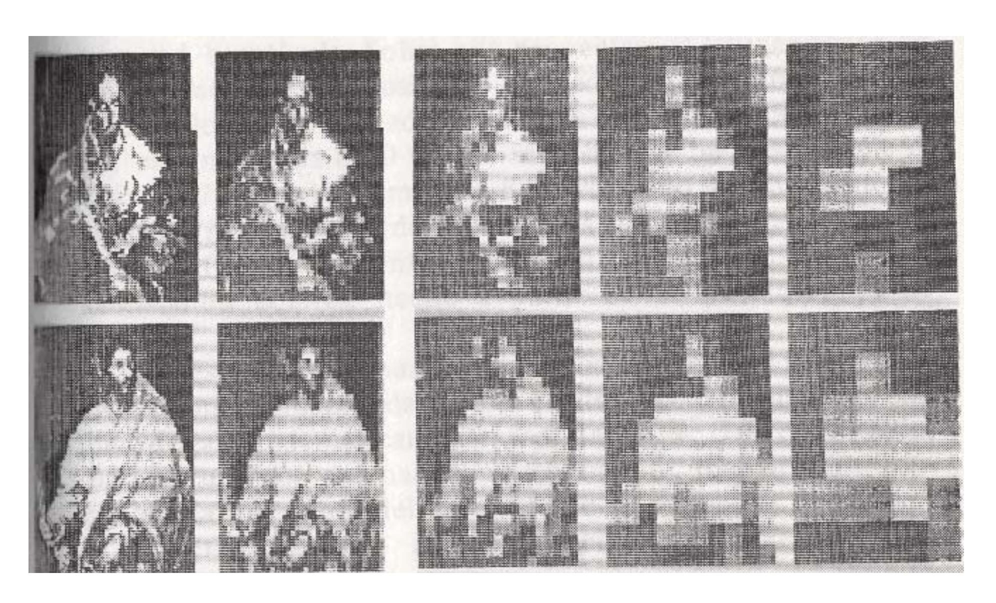
Con estos procedimientos obteníamos una convincente objetivación geometrizada de un cuadro determinado. Basta con encadenar matemáticamente los datos y con codificar esos datos para el uso del ordenador, para que, mediante el oportuno programa, la impresora del ordenador o, en su caso, el trazador o plóter nos proporcione, seguidamente, la reproducción de los cuadros en cuestión.

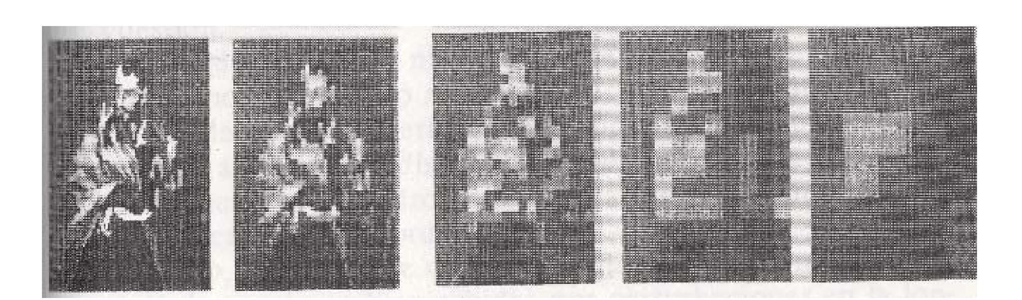
Señalemos que el nivel en que se apoyaba este trabajo no era ni morfosintáctico ni semántico, sino hilemático. Eran las unidades de materia, o hilemáticas, las que teníamos en cuenta, así como su distribución espacial. Esa era la desnuda información de nuestros ojos, y era esa la información que introducíamos en el ordenador.

Pero, ¿qué ocurre con el ojo miope o hipermétrope? Fisiológicamente es bien sabido. A causa de alteraciones en la longitud del eje principal del globo ocular, la imagen, en esos casos, se imprime con deformaciones. Desde un punto de vista formal lo que ocurre no es ni más ni menos que una modificación de la imagen respecto a la imagen normal. Esto fue lo que nos interesó: modificar de acuerdo con unas leyes determinadas la imagen normal de un apóstol del Greco. Aparte de lo que este ejercicio tiene de juego, invención o creación artística, podríamos igualmente servirnos de él para determinar el momento transformativo en el que la figura o apóstol resulta irreconocible.

Ahora bien, la modificación o cambio que se produce en los procesos físicos equivale a la presencia agregada de una fuerza. Así pues, modificamos un estado físico en reposo mediante cierto impacto. Normalmente el estado físico perturbado tenderá a volver al estado de reposo, pero lo que podemos hacer es aprehender o inmovilizar el instante del cambio, es decir, discretizarlo y representarlo gráfica o matemáticamente. Podemos, pues, decir que se trataba de escribir el cambio.

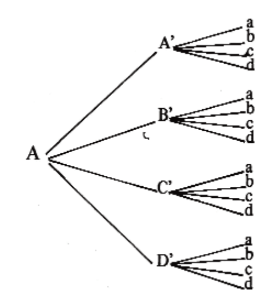
Fue a la acción de una de estas fuerzas modificadoras a la que sometimos a cada apóstol y a *El Salvador* del Greco. Podemos llamarla fuerza de neutralización progresiva. Mediante ella fuimos neutralizando las variedades hilemáticas, o más exactamente las intensidades de gris de conjuntos definidos de hilemas, hasta llegar a su estado más neutro.





67. Transformaciones perceptrónicas del *Apostolado* del Greco, de Ignacio Gómez de Liaño y Guillermo Searle. Dibujo realizado sobre papel por medio de un ordenador IBM. 1971.

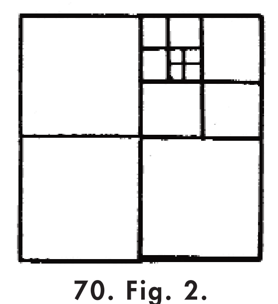
Vamos a describir el proceso de *neutralización* partiendo del esquema siguiente:



68. Fig. 1.

A es el conjunto de las divisiones reticulares hechas en el cuadro. A', B', C', D', a, b, c, d, etc., son, respectivamente, subconjuntos del conjunto A. Tomamos como unidad de neutralización la cuadrícula más simple de la que hallamos la media, A' = (1/4) (a + b + c + d).

Gráficamente podemos representar el proceso de la siguiente manera:



70. Fig. 2.

La regla de neutralización se lleva a efecto hasta llegar a un estadio donde no se pueda operar una neutralización más. Esto ocurre en el estadio o fase 5ª, y ello se debe a que tenemos una trama con 96 por 80 retículos, de modo que:

→	**1º**	**96**	**por**	**80**
	↓			
	2º	**48**	**por**	**40**
	↓			
	3º	**24**	**por**	**20**
	↓			
	4º	**12**	**por**	**10**
	↓			
	5º	**6**	**por**	**5**

Este es, en resumidas cuentas, el proceso seguido de neutralización. Con él se logra conservar y uniformar las cantidades de información de los elementos y conferir a la multiplicidad de los mismos inherente a cuadro una cierta simplicidad profunda. No es menos importante el hecho de que mediante este procedimiento se ofrece una muestra experimental para el estudio de *pattern recognition*. Es interesante ver las salidas que ofrece el trazador o impresora del ordenador y poder comprobar con los propios ojos las transformaciones que pueden hacer de un apóstol del Greco, un apóstol cubista analítico, cubista sintético, e incluso un apóstol visto por Mondrian.

Del ojo artificial al ojo inventor

El ojo artificial no es más que el sensor formado por todos los predicados lineales que se le pueden atribuir, como con precisión declaran M. Minsky y Symour Papert en *Perceptrons, an introduction to computational geometry*.

De los predicados que Leonardo atribuye a la pintura —medida e invención—, sólo nos hemos detenido hasta ahora en lo que podemos llamar inteligencia cuantitativa o cartesiana de la pintura. Esta inteligencia cartesiana permite múltiples desarrollos, como cuantificaciones de diferentes tipos de perspectiva, o ya, en una visión microestética, la cuantificación estadística de cuadros o de sus elementos, así como la fi-

jación estadística de umbrales para su reconocimiento[1] de un morfema determinado (problema típico y esencial del *pattern recognition*).

Vayamos a la invención. ¿La invención tiene reglas? Respondemos que hasta cierto punto. En sentido estricto la invención no reconoce reglas, pero tan pronto como lo inventado adopta una forma y se materializa en algo sensible, entonces ese resultado sensible, junto con el proceso concreto que ha conducido al mismo, es decir, los residuos o reliquias de la invención, admiten un estudio analítico que se traduce en la proposición de determinadas reglas de invención, desde las físicas y geométrico-analíticas hasta otras más refinadas, como las que figuran en la teoría de los juegos.

Hablar de un ojo inventor es lo mismo que hablar de un ojo que no se limite a medir, controlar y abarcar con clasificaciones, es decir, que no se confine en los estrechos márgenes de la analogía. Ojo inventor es aquél que sea capaz de jugar con sus propiedades y de pensarse a sí mismo como campo de juego. Ojo inventivo es, en fin, aquél que se entretiene barajando las posibilidades e imposibilidades de la figuración, y, al mismo tiempo, sale a probar fortuna, a exponerse, a arriesgarse.

Nosotros dejamos que un ojo artificial probase fortuna y el resultado fue una visión excéntrica y nueva del *Apostolado*. Una visión excéntrica del *Apostolado* puede ser un tema que nos divierta y que nos haga pensar. Pues, no lo olvidemos, la pintura es un razonamiento mental.

Nota

La investigación que se resume en este artículo se inició en el curso l970-1971 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, dentro de un seminario adscrito a la Cátedra de Estética. Colaboró en la investigación un grupo de alumnos, a quienes agradecemos su valiosa ayuda, así como al personal del CCUM, especialmente a María Pilar y a Adela Ares, que tan amablemente sobrellevaron la ingrata labor de perforación de los datos. Posteriormente, el trabajo, por motivos académicos, hubo de ser realizado fuera de la Escuela[2].

[1] Debe señalarse a este respecto que, cuando quieren hacer irreconocible una fisonomía, los medios de comunicación fotográfica y televisiva de todo el mundo empezaron a utilizar el método de neutralización reticular de la información aquí analizado y expuesto tiempo después de que nuestra investigación se publicase por primera vez en 1971 en el *Boletín del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*.
[2] Los motivos académicos no fueron otros que la suspensión de empleo y sueldo que me impuso la Dirección de la Escuela, lo que me apartó de ese centro desde marzo de 1971.

De forma especial, expresamos nuestra deuda con Andrés Cristóbal Lorente, quien en su diaria labor docente en el Instituto de Informática ha aportado, implícitamente, sugerencias e informaciones sustanciosas para nuestro trabajo actual y futuro. También a Florentino Briones le agradecemos la acogida favorable que dio a este trabajo y algunas valiosas sugerencias.

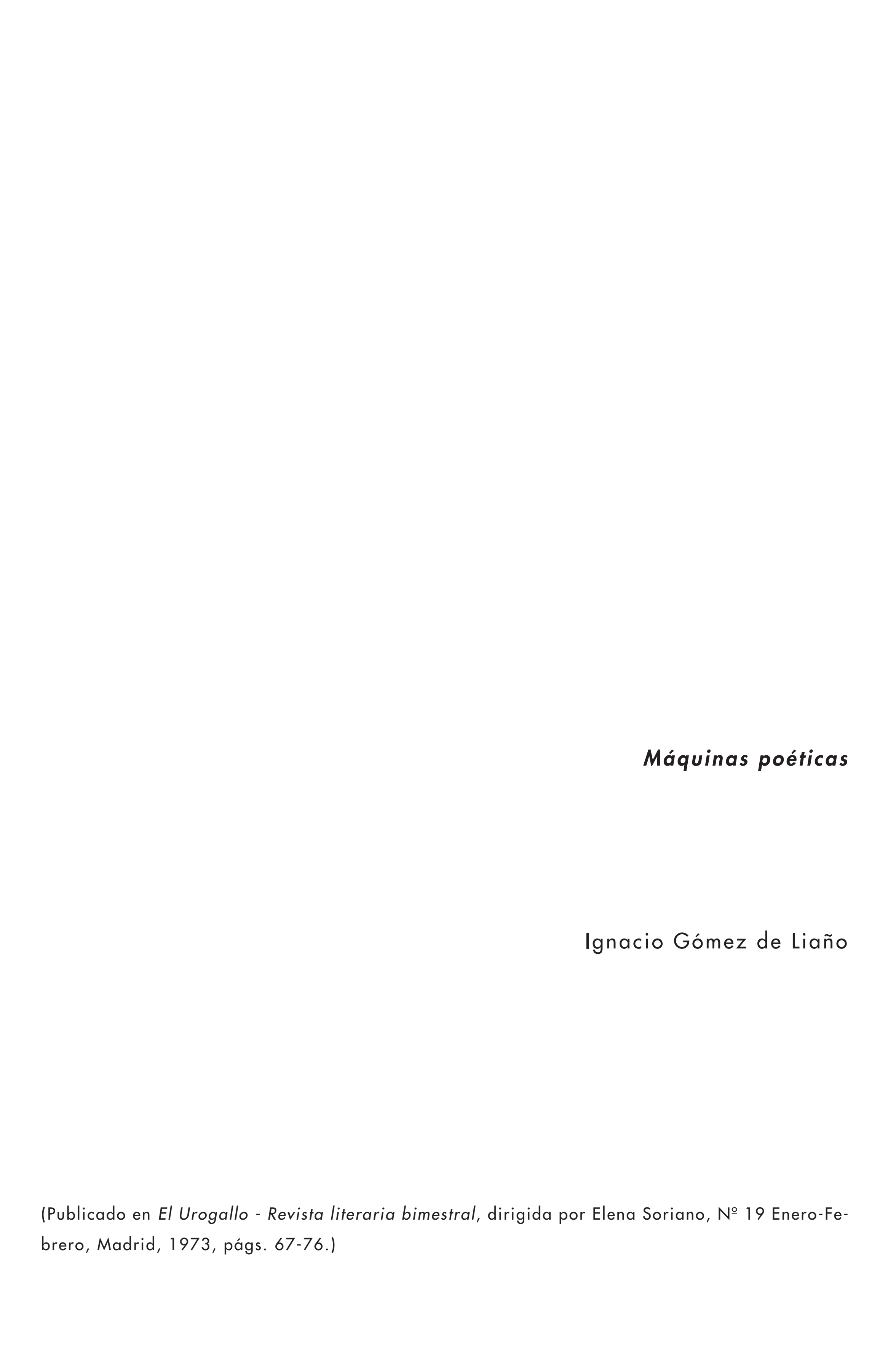
La salida gráfica del *Apostolado* ha sido expuesta en junio de 1972 durante los "Encuentros de Arte de Pamplona", dentro de la muestra de *computer-art* de IBM, así como en Bilbao, Valencia y Lisboa, dentro de la exposición itinerante del Instituto Alemán.

No conviene, por último, olvidar que la realización de este trabajo habría sido imposible sin la colaboración especial de Guillermo Searle.

Este escrito fue publicado inicialmente en el *Boletín del CCUM* (Marzo de 1973) y en el libro de Ignacio Gómez de Liaño *Mi tiempo - Escritos de arte y literatura* (Madrid, Ediciones Libertarias, 1984, págs. 263-276). En la presente transcripción se ha omitido el apéndice con el que se complementa.



Performance de Ignacio Gómez de Liaño. En los "Encuentros de Pamplona", 1972



Máquinas poéticas

Ignacio Gómez de Liaño

(Publicado en *El Urogallo - Revista literaria bimestral*, dirigida por Elena Soriano, Nº 19 Enero-Febrero, Madrid, 1973, págs. 67-76.)

I

Creo que fue William I. Tarratt, con su libro *Poetry Machines* (Three Days Press, Ingatestone, 1964), el primero que vio en las máquinas la cartografía de un suelo por el que uno pudiera moderse poéticamente.

A la inversa de Samuel Butler, en su *Erewhom*, no consideró a la máquina como a monstruo nacido de un equivocado conjuro, que terminará persiguiendo y torturando al atolondrado mago. Las concibió, por el contrario, en un despliegue metafórico que sólo está en sus comienzos; las concibió en esa nítida operación poética que se pone en obra transportando las fuerzas de la naturaleza y las medidas de la tierra a nuevas dimensiones de lectura en acción, de vida desde el lenguaje, una vez que se han quebrado los candados con los que hasta ahora se pretendió estabilizarlas e inmovilizarlas.

Los principios de la física, las medidas del cosmos, el juego de las fuerzas, el trasiego de figuras, en que se nos aparecen las cosas, podemos pensarlos ya como principios, medidas, juegos y trasiegos que actúan en espacios y tiempos poéticos.

Esto supone sentirse libres de meter a la Tierra en la retícula ortogonal de un Mercator o en torno al foco heliocéntrico de un Galileo, libres de vivir el tiempo como si hubiera éste de comenzar en un punto alfa y concluir en un punto omega. Las utopías —ciertamente realizables y topificables— de un Tarratt, sus mundos vividos, reinterpretados poéticamente, iban a nacer configurando un fino y sofisticado tejido, metáfora poética de la física, como decidido intento de horadar esa tupida red tecnológica que nos cerca a la manera de un horizonte cada vez más difícil de franquear o de evaporar. (Quita el horizonte de un paisaje: juega con las nuevas medidas.)

Es posible que a la manipulación actual, al general manejo -imperio de la mano-, suceda el juego de manos, la disolución por prestidigitación, y que ese juego de manos y su compañero el juego de ojos, aguas de las ilusiones ópticas, terminen desahogándose en juegos vividos de lenguaje.

Se puede ir más allá de la eficiente mano y del ojo previsor. La automación, ¿les dará las vacaciones? Las fuerzas y las energías, los puntos de la imaginación, ¿no acabarán revelándose en nuevas acciones, rebelándose contra las pretensiones de los códigos que regulan el tránsito y el tráfico?

Las cartografías y los calendarios que han venido hasta el presente pautando nuestros suelos y nuestras horas, muy bien pudieran ir desvaneciéndose en el *punto* del que nacieron, pudieran muy bien ponerse a trastocar los puntos, y dejar campos despejados para nuevos coágulos de lenguaje que impulsasen nuevas formas de vida.

El concepto de máquina poética, ¿será capaz de de devolver a la palabra su fuerza, su energía perdida? ¿Podrá actuar como maravillosa infusión dentro del cuerpo?

¿No sería posible vivir fuera de las medidas y de los cómputos que nos regulan? ¿Es que no se ha medido arbitrariamente la tierra, a nuestro cuerpo, desmembrándolo en provincias de un sospechoso imperio, recomponiéndolo, con todas las congruencias debidas, en el espejo? El suelo que nos ata a su manera de escribir la tierra, obligándonos a consabidas semánticas, ¿no es acaso más que una de las faces de la tierra?

De tanto haber seguido la derrota del sol, hemos terminado enmarañados en orígenes (*orior*, orto solar) y acabamientos (ocaso solar), en derecha-izquierda, exterior-interior, en toda la simetría de un cuerpo expuesto al sol. Pero esa enfermedad no la padecen ni las entrañas ni los peces abisales, y en la fábula griega las dos ninfas, enamoradas del sol, fueron transformadas, la una en girasol, el heliotropo en el que hasta el presente hemos podido reconocernos; la otra, en incienso, que sube hacia el sol, lo abraza en la atmósfera, y escribe en el aire esculturas de niebla. (Quema incienso y mírate en él como en un espejo.)

¿Se darían razones de peso y comportamientos graves en un lenguaje y una vida que ocurriesen en un campo no gravitatorio? El lenguaje, ¿no sería más bien una filigrana, una suerte de celosía, constelación de puntos? (Imagina un centro de gravedad que sea un centro de dispersión.)

Pero no olvidemos que ni Tarratt ni nosotros mismos pretendemos fantasear mundos posibles, sino sencillamente apuntar que se dan formas de lenguaje desde las que el mundo pudiera ser vivido de otra manera, y que lo que nosotros entendemos por poema se alimenta de ese impulso, de ese ímpetu, que Leonardo definió como "impresión de movimiento". Impresión de movimiento, eso es lo que nosotros entendemos por poema.

Volviendo a W. I. Tarratt, anotemos que su trabajo *Poetry Machines* fue precedido en el campo de la biología y la farmacología. No de una manera muy diferente a

W. S. Burroughs, en *Electronic Revolution* (Col. OU, Ingatestone, 1971) y otros escritos, concibió a la palabra como a un virus, que habría encontrado un estatuto genético en alguna circunvolución cerebral y que en otro tiempo pudo haber sido una célula sana. La belleza, el concepto formal de objeto artístico, iba, posteriormente, a mirarlo Tarratt como otra especie de virus. El ambos casos el virus aparecía como parásito colonizador, como afán de imponerse al organismo, de hacerlo útil para sus designios. La máquina poética vendría a sacar a luz y a poner en obra una nueva especie de palabra, en que pudiésemos vivir fuera de las estrategias de la dominación. No hace mucho tiempo escribí sobre el preparado logomicina, que elaboró el doctor Tarratt para atajar algunas de las más típicas consecuencias del virus lógico. Hubo científicos que pusieron el grito en el cielo, apostrofando que con la logomicina terminaríamos cayendo en un estado de estupidez, como si no fuese ése el estado en que vivimos, como si el silencio que se nos impone y la adicción con que se pretende hacernos depender de costras semánticas estériles, no supusiesen un peligro más serio a los intentos por desplegar más libremente y por poner en práctica las expectantes posibilidades de la vida.

II

Junto a comentarios nuestros, extractaremos a continuación algunos fragmentos de *Poetry Machines*.

Máquina de Parábola (M. Par.)

> "Supongamos una parábola, generada por un punto F, foco, y el segmento de recta A, N, que sirve de directriz. Coloquemos en puntos de A, N, corpúsculos lingüísticos: letras, morfemas, palabras, etc. Por ejemplo, los versos de Hölderlin:
>
> "Doch uns ist gegeben
> Auf keiner Stätte zu ruhn"
>
> (Pero no nos ha sido dado
> descansar en lugar alguno)

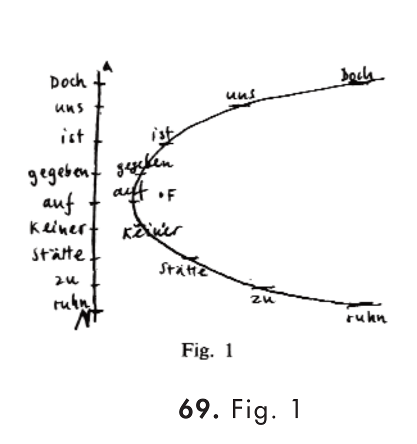


Fig. 1

69. Fig. 1

Traslademos ahora los puntos señalados en la directriz —operación metafórica—, a la parábola, de modo que tengamos la figura 1.

La lectura y la lectura pasan automáticamente y, como más adelante veremos, de un modo muy particular, a una nueva dimensión. Esto se hace más patente cuando encabalgamos y efectuamos la lectura de largas y variadas series parabólicas.

Cada palabra o corpúsculo lingüístico, siendo un punto en la línea o intervalo, se transforma, por la operación de un solo otro punto. Así pues, la acción de un punto viene a romper la disposición y la legislación de la escritura de la directriz. No deja por ello de ser sorprendente que el cambio de dimensión de una escritura y de su correspondiente lectura se produzca por la acción exclusiva de un punto, foco, espectro de la imaginación, que no consiste en nada y nada dice."

A este propósito merece la pena transcribir un fragmento de la carta que posteriormente daremos más por extenso, y que Kacy Lee escribió al doctor Tarratt en respuesta al recibo de *Poetry Machines*:

"Parece como si usted pretendiese aquí trasladar al lenguaje el entendimiento que Leonardo da Vinci dio de la pintura como dilatación de un punto. Pero lo sorprendente está en que podemos rápidamente asociar el punto al cero, al vacío; el punto, como límite que conecta y separa se presenta como paréntesis que hiciéramos a las cosas para aliviarlas del insufrible peso que las agobia. Invención sería el ponernos a aplicarnos al cero y al punto."

Continúa Tarratt:

"Este sencillo dispositivo poético supone que todo lenguaje es una sucesión de puntos, y que esos puntos son como casas de citas donde se acude para que se produzcan encuentros, invenciones, lo suficientemente discretos como para no imponernos tal o cual regla gramatical. Así es como la parábola o la hipérbola o la elipse —sorprendentes expresiones lingüísticas— rompen las pretensiones de la directriz o las de la unicidad del foco, dando lugar a nuevos tipos de lec-

tura. El significado con que se llene a los puntos añade tanto al concepto de parábola como pudiera hacerlo si trazamos la línea con lápices de colores, y ello no me parece desdeñable.

Pero ocurre también que el dispositivo de traslado de dimensión de lenguaje (recta versus parábola) lleva implícita la asunción de que el lenguaje y nuestra situación frente a él no tienen la posibilidad de reposar, de instalarse en punto alguno...

"Doch uns ist gegeben
Auf keiner Stätte zu ruhn".

Aún podemos aventurarnos a algo más convirtiendo la situación estática de la parábola en toda una dinámica de puntos, concibiéndolos como centros de gravedad.

El punto que hace que el corpúsculo lingüístico se mantenga en equilibrio, eso sería su centro de gravedad. Con ello no sólo daríamos a los corpúsculos pesos diferentes a los que tenían en la directriz, sino que el mismo juego de fuerzas quedaría modificado.

[...]

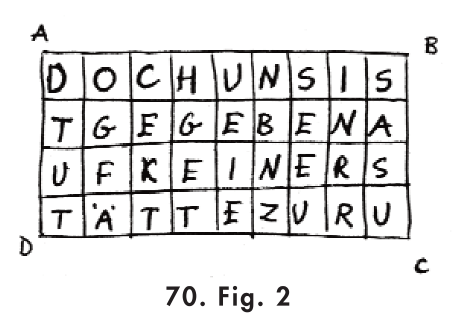
Pero si identificamos el corpúsculo lingüístico con el punto mismo en el que se encuentra el centro de gravedad, lo veríamos levitar o hacer no sé qué filigranas, pues es en el centro de gravedad donde la gravedad no se padece."

Y termina:

"La dimensión poética que llamamos parábola, y su componente gravitatorio, proporcionan suelos diferentes, medidas y pesos distintos a los de la directriz. No es esto de por sí ciertamente una máquina, pero sí el principio de mecanismos que actuasen como convertidores o trazadores parabólicos."

Máquina de Retina (M. ret.)

"Mientras que en el artificio parabólico poníamos el acento en la disposición lineal del texto, con este otro ingenio nos ponemos a ver el texto como lo hace el ojo. Los espacios vacíos de la retina sirven de sumideros de los haces de luz que proyectan los objetos luminosos. Diseñaremos, pues, una retina para mirar un texto.



70. Fig. 2

Supongamos la retina limitada por los puntos A, B, C, D. Llenemos las celdillas con cualquier tipo de corpúsculo lingüístico. Convencionalmente tendríamos lo siguiente.

Llamemos a ese estado situación de equilibrio. Si queremos enredar en esta retina los puntos luminosos, de modo que podamos dar a un texto miradas diferentes, bastará con que le comuniquemos una fuerza suplementaria que rompa el estado de equilibrio. Tengamos en cuenta que la comunicación de fuerza se produce por puntos, que podemos llamar puntos de fuerza. No sólo podremos trasladar los corpúsculos de una celdilla a otra, también podemos efectuar modificaciones de los corpúsculos. Por series combinatorias y transformatorias podremos abrir la retina, como si fuese una mirilla o ventana a paisajes que naturalmente no se producirían."

A continuación se extiende Tarratt en ejemplos prácticos y ecuaciones para determinar los puntos de fuerza que provoquen cierto número de transformaciones y combinaciones. Continúa:

"Este dispositivo podemos complementarlo, siguiendo el modelo del ojo, con un cristalino, para lo que valdrá una pantalla de rayos catódicos donde se irán imprimiendo electrónicamente las diferentes apariciones de un texto. Esta pantalla, este ojo artificial, vendría a ser una suerte de cielo donde se marcasen juegos de constelaciones.

Interesa tener en cuenta que con estos artificios (retina y cristalino) y el condicionante haz de luz, así como con las leyes de la perspectiva, no se ha hecho ni más ni menos que construir un ojo técnico, de cuyo pobre uso nos da una idea lo que nos muestra la televisión. De poco sirve construir un ojo artificial si éste va a entregarse al preparado de escleróticas gramáticas de comportamiento. Quede al menos, como intento de mirar y leer de otras maneras."

Una extensión de este dispositivo lo pusimos parcialmente nosotros en práctica, hace un par de años, en la Escuela de Arquitectura de Madrid, con la colaboración de algunos alumnos y en especial de Guillermo Searle.

En aquella búsqueda, inicialmente pensada para definir reglas gramaticales, con cuyo uso pudiesen generarse pinturas, acabamos poniendo artificialmente en

práctica un modo de desvanecer las diferencias de luz y sombra de la pintura. Era algo así como un proceso para hacer llegar, a la abigarrada heráldica de la pintura, a una situación de neutro equilibrio, más allá de los contrastes que nos hacen ver tal o cual figura. Pusimos las imágenes en una retina o retícula y en vez de la pantalla de rayos catódicos fue el papel lo que nos sirvió de cristalino. Y el experimento llegó al punto en que fueron desvaneciéndose las diferencias ópticas iniciales.

Máquina de Auto-generación (M. a-g)

"Podemos considerar la mano como el prototipo de un mecanismo capaz de reproducirse a sí mismo."

Eso es lo que en la antigüedad se pensaba del diamante.

"De ello se desprenden conclusiones interesantes en relación con los mecanismos cibernéticos que tienen capacidad de autorregenerarse.

Un análisis más sutil nos enseña que la nueva materialización del propio ejecutante no es sólo una cuestión de código —genético—, sino de punto de vista. Antropólogos y arqueólogos nos revelan que este dispositivo fue empleado, siquiera en su forma más rudimentaria, por el hombre de las cavernas, en el período solutrense, hace unos quince mil años. Una y otra vez encontramos manos impresas en los muros de las cuevas. Entre esa impresión y la que solemos hacer actualmente, valiéndonos de un lápiz, hay una curiosa diferencia. El hombre de las cavernas no empleaba para materializar el contorno de la mano, la otra mano que le quedaba libre. Lo que hacía era escupir el amasijo de colores, propulsándolo de la boca a la pared por medio de un canutillo. Como si la impresión fuese algo que se insuflase desde las entrañas y no el limpio juego que en su distancia pone en obra una mano ya ágil y artista..."

"Sea la mano M1, capaz de manejar algún instrumento que imprima marcas y proceda a sacar el dibujo del contorno M3 de la mano M2.

Podemos designar a las manos 1, 2 y 3 como ejecutora, formalizadora y materializadora, respectivamente. M3 comprende a las manos precedentes, siendo el resultado de una acción formalizadora.

En la mano ejecutora M1 podemos ver el impulso, la fuerza necesaria para efectuar la meterialización de M3. Ésta viene a ser la huella, la aparición materializada con que fuerza y formalidad se hacen patentes. Pero ocurre que tal materialización lleva implícito un ojo. Una vez más emerge el viejo tema de la *manus oculata*. Podríamos creer que ha sido la mano ejecutora la que ha operado la copia, el correlato de M2. Pero no ha sido la mano, sino el ojo, el que ha prestado un punto de vista a la mano reproducida. ¿Escribe la mano o el ojo? ¿O es, quizá, que la mano se ha conformado con las medidas del ojo? Se ha podido pensar la vista como una extensión del tacto, como tacto a distancia, pero ¿no será que ahora el tacto se haya reducido al papel de ser una extensión de la vista, la vista de lo próximo? Las artes visuales —breviario de nuestra cultura—, tanto una escultura que quita materia, sacando puntos, como una pintura que pone materia, poniendo puntos de color, han dado a su sujeto la medida del ojo. Pues las artes de la presencia, invenciones del ojo, no son artes de la aparición y el instante, sino de las medidas y segmentos del ojo. ¿Qué pasaría con artes que fuesen invenciones de puntos y ausencia?

La escritura se sirve de la mano, pero para entonces ya se había ésta rendido al ojo, y aún vivimos dentro de su heliocrática biografía.

Es posible que con la automación nos veamos en el trance de dar a la mano y al ojo —la una vacía y el otro acribillado por sistemas y sinopsis— sorprendentes campos de desarrollo, y que todo el cuerpo termine resintiéndose por ello y rezumando imprevistas energías. Pues una escritura que tramontase manos y ojos, ¿qué suelo pondría bajo nuestros pies?

La mano que se reproduce a sí misma lleva ciertamente instrucciones para materializar su reproducción, a la manera de un código genético. Se echa de ver, sin embargo, que ha sido desde las coordenadas de nuestro atareado ojo como se ha procedido a construir un mundo artificial, un mundo nuevo, que de nuevo tiene mucho menos de lo que se pudiera creer. Y encandilados, como niños, con el ojo, se han sembrado una muchedumbre de trastos y desechos.

Las máquinas que actualmente se están diseñando para que se autogeneren y aún autoperfeccionen, no hacen más que repetir sofisticadamente la falacia de nuestro tiempo. Lo que reproducen es un punto de vista de sí mismas.

Sobre el imperio de la mano agreguemos que fascistas y comunistas se saludan con significativos gestos manuales y que es difícil dejar de pensar en un Ojo que escudriña y penetra en lo más recóndito. Tanto importa si el saludo político se hace con una mano ortopédica y si el ojo lleva los colores de un semáforo. Bajo el escudo de los Países Bajos, pueblo que hubo de dar suelo de tierra a los azares del agua, se lee JE *MAIN*TIENDRAI; ahora en francés es el acto de sostener la mano (*main*tenant), título del único libro del boxeador, poeta y dadaísta Cravan."

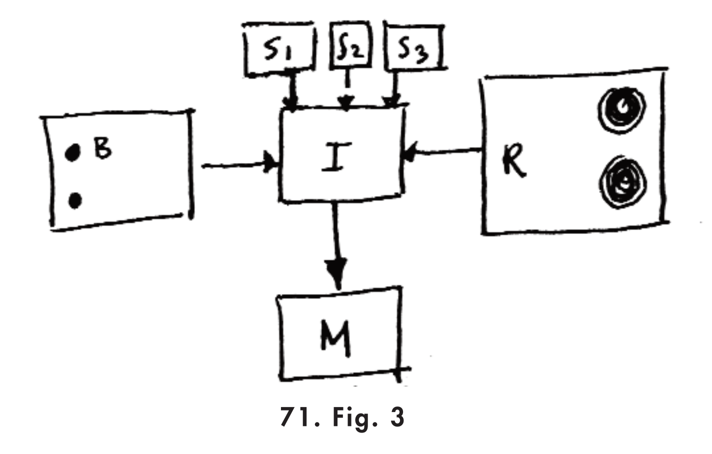
"Si todas las cosas se transformasen en humo, la nariz las distinguiría" (Heráclito).

Metaphor I, Convertidor de Transporte (M. m1)

"Dispongamos un magnetófono o conjunto de ellos de manera que recojan textos, seleccionados o no, de forma continua. Conectemos este recogedor R con una impresora I, que se pondrá en funcionamiento al pulsar el botón B. Proporcionaremos a la impresora un cierto número de sensores S1 ... Sn, de modo que los incidentes del entorno recogidos por los sensores afecten diferentes aspectos de las salidas impresas.

Los sensores podrán ser sensibles al calor, humedad, ruido, luz, etc. del ambiente. Y estos accidentes podrán marcar con diferentes modificaciones las salidas de la impresora, tamaño, color, proporción de las letras, entonación de los fonemas, etc.

En esquema, el Metaphor 1 sería como se puede ver en la figura 3:



71. Fig. 3

Este dispositivo podemos emplearlo para tener versiones muy particulares de cualquier tipo de texto, novela, periódico, ensayo científico... Se requiere ciertamente el trabajo previo de ajustar congruentemente la concreta modificación que efectuará un determinado estímulo.

El Metaphor I pretende confundir o conjugar una lectura a una situación del medio, incluso respecto a influencias para las que no tenemos una gran sensibilidad, como la radiactividad y otras. Se le podría considerar como una extensión, objetivada, de las modificaciones que realmente damos a la lectura de un texto, expuestos como estamos a las contingencias del medio, incluyendo en éste a nuestro propio organismo, y a sus resonancias en la lectura.

Pero no me interesa la correspondencia con la presunta situación real de la lectura, al menos no tanto como insuflar en los escrito los accidentes más variados, en dar a éstos expresión y cuerpo. El Metaphor I podría ser aún más que un nuevo y plurifacético escritor, el ironista de una escritura."

Metaphor II, Convertidor de Información (M. m1)

"Este mecanismo, de características análogas al anterior, tiene por objeto convertir las palabras que se pronuncian dentro de una sala o por un grupo de personas en calor, o luz, o humedad, etc.

Basta con disponer en una sala dispositivos que recojan las palabras que allí se pronuncian. Según la cantidad de información que tengan las palabras allí utilizadas se verá afectado el servomecanismo que regula las consecuencias caloricas, de iluminación, etc.

Para ello sería suficiente con determinar la cantidad de información de cada palabra valiéndose de la conocida fórmula:

$$H = -N \sum_{1}^{n} p_i \, log2 \, p_i$$

Con esta fórmula se obtiene la información en bits del elemento i, perteneciente a un repertorio n de elementos, y con p_i como probabilidad de aparición.

Los participantes en la experiencia podrían ir dándose cuenta de los giros que determinan tales cambios en el ambiente, y qué tipo de expresiones proporcio-

narán una determinada situación ambiental. Se pueden imaginar, por analogía, dispositivos que actuasen de una manera inversa, o que, por ejemplo, traduzcan la presión hecha para escribir diferentes tipos de respuestas ambientales.

A decir verdad, con estos experimentos no pretendemos extender los dominios de la escritura, de las correspondencias de los acontecimientos. Deseamos provocar situaciones fuera de código, sorpresas de lenguaje, no previsiones sintácticas, dar abigarrados e imprevistos perfiles a los acontecimientos más dispares, y... quitar al árbol su nombre de árbol."

Máquina de Sintaxis aleatoria (M. s-a.)

"De las consecuencias de este sencillo mecanismo puede darnos una idea una anécdota extraordinaria.

En 1802 se descubrió en la catacumba de Priscila, en Roma, una placa de mármol con la inscripción LUMEN PAX TECUM FI. Dentro del féretro había una redoma de perfumes.

Por una sorprendente aleación sintáctica la inscripción fue interpretada como FILUMENA PAX TECUM, y el lenguaje de la redoma de perfumes comenzó a exhalar testimonios sobre la santidad y el martirio de Filomena. Los huesos fueron transportados a Mignano, en la diócesis de Nola, y el cura Franceso di Lucia se inventó toda una vita de la santa, que era absolutamente legendaria por lo demás. Pero las consecuencias de esta aleación lingüística libertaria no concluyen aquí. Gregorio XVI la elevará a los altares y dedicará la fecha del nueve de septiembre a esta santa nacida de una lectura libre. F. F. Trochu, biógrafo del cura de Ars, nos habla de la devoción que éste profesaba a la santa, y de cómo por su intercesión se obraron milagros.

Y en verdad Filomena hubiera podido ser la patrona de las poesías experimentales, de las lecturas libres, hubiera podido ser..., pero desgraciadamente por decreto del dieciocho de abril de 1962, la Congregación de Ritos suprimió la fiesta y el nombre de la santa. Y fiesta y nombre se habían dado cita ciertamente en aquella santa como en pocas."[1]

[1] Maruchhi, M., *Osservationi archeologica sulla Iscritione di Santa Filomena*, Roma 1904. De le Haye, H., *Les Légendes hagiographiques*, 3ª ed., Bruselas 1927, pág. 81. *Analecta Bollandiana*, t. XXIV, págs. 119-120.

A este propósito Edison Simons nos ha hecho observar otro caso sorprendente relacionado también con una inscripción funeraria, la de Ben Johnson. Podíamos leer en ella: ORARE BEN JOHNSON. Bastó la traslación de sus despojos a la abadía de Westminster —si mal no recuerdo—, para que el *Orad por Ben Johnson* se transformase en un *Oh raro Ben Johnson (O RARE BEN JOHNSON)*. Lo sorprendente de este caso es que la ruptura morfosintáctica transgrede hasta la naturaleza propia de la lengua: del latín pasa al inglés, de la oración a la rareza.

Pero el doctor Tarratt no pone aquí punto final a sus máquinas de poesía con la curiosa historia de santa Filomena. Llega a ver en mecanismos que difícilmente se podría pensar tuvieran desarrollos poéticos, posibilidades metafóricas sorprendentes, así en pulverizadores tipo Brand y Kaufmann, en evaporadores tipo Kirkaldy, los unos pulverizando corpúsculos lingüísticos, los otros evaporando líquidos verbales. Se detiene también en modernos artilugios cibernéticos, como en el caso de sus esferas o círculos transparentes con rotaciones regulables *ad libitum*, y en las que se podrían imprimir electrónicamente textos, que las transparencias de las esferas o círculos harían encabalgar creando los más variados cortocircuitos de lenguaje.

Después de de leer *Poetry Machines* nos empieza a parecer realizable el uso de la hidrostática, de la termología, del viento..., para provocar apariciones poéticas. Poemas con el viento, con los meteoros, los astros, el átomo, poemas con una matemática y una física y una técnica que se distraen del ojo y de la analogía, y se divierten sorprendiendo.

III

En la carta que Kacy Lee enviase al doctor Tarratt como respuesta al recibo de *Poetry Machines*, podemos leer:

> "*Solve et coagula*. Le mueve a usted la búsqueda de campos de disolución de las palabras, la búsqueda de la disolución de los propios campos. Que de la palabra, de su disolución, salgan como coágulos sus componentes productivos. Esa productividad de la palabra, que parcialmente se ha efectuado con la técnica y que tan poco tiene que ver con la porquería del productivismo industrial, esparcirá luz y energías, dará nuevas masas a cuerpos que se encontraban confinados.

No creo que tenga usted mucho que ver con el neopositivismo ni con el entendimiento que se da hoy generalmente a la ciencia, esos despojos y esqueletos del pensamiento. Su empirismo y tecnicismo nada tienen en común con el rigorismo judicial de un Bacon, el Lord Canciller. Sino que parece que apela a la energía, a las masas de las palabras, en todas sus posibilidades. Parece como si en todos los rostros poético-mecánicos ideados por usted se mostrase, velado y como en enigma, el rostro de los rostros. Pues sin velo y sin enigma no se nos dará el poder contemplarlo."

"Hasta que sobre todos los rostros, entra el hombre en un cierto secreto y místico silencio" (Nicolás de Cusa).

"Su puesto no está, creo, junto a un Bacon, sino más bien junto a un John Dee, un Juan de Herrera o un Robert Fludd. Al menos tal cosa me la sugieren sus ideas sobre una máquina de arquitecturas vacías. En ella los muros vendrían a ser una red de ventanas, en esos muros se proyectarían luces y sombras como apariciones de lo que ocurre en el exterior y en el interior del edificio, o, mejor, donde exterior e interior quedarían confundidos en constelaciones de espectros. En esa suerte de edificio nuestras líneas de pasos podrían ser traducidas a intervalos o a ritmos musicales, y en el mismo pliegue tectónico quedarían confundidos movimiento y música, exterior e interior, aparición, muro y accidente. ¿Un edificio en base a correspondencias? O mejor, ¿un edificio en el que todo punto podría ser cualquier punto, en el que esa cláusula tectónica, de sintaxis y morfología generalmente identificable, se relajase, se distendiese y se presentase como un sistema no inercial, se diría en física —rebasados el principio de inercia y el concepto clásico de fuerza—, es decir, donde emergiese un campo de fuerzas, y en cada punto de campo, agazapada y expectante, bullese una fuerza, un conato de velocidad y tensiones, configurando un sistema erizado de vectores prontos a dispararse?

No serían las regularidades, las celestes correspondencias, las que harían habitable este mundo; no habría mundo, sino acción puntual, sorpresas de dicciones hechas vida.

Es posible que una nueva matemática, cualitativa y puntual, pueda dar una nueva faz y posibles nuevos desarrollos a estos diseños."

En otro pasaje de la carta dice Kacy Lee:

> "Creo que con estas investigaciones entra usted en conexión con un John Dee o un Robert Fludd, y, en resumidas cuentas, con ciertos aspectos de los trabajos de un L. B. Alberti y L. da Vinci. Pero lo que en ellos era estática correspondencia entre el macrocosmos y el microcosmos, aquí se vuelve confusión de instantes; la envoltura y lo envuelto, las entrañas y la piel se confunden, como ventanas de un edificio en el que se fruncen el interior y el exterior. Lo que en aquéllos fue teatro del mundo como memoria y participación de la luz que difunden los eternos sellos uranios, se torna ahora olvido: teatro del olvido. En éste los acontecimientos se escribirían como puntos en un laberinto. Pero ese laberinto estaría escrito en el cielo, y el suelo sería el espejo que reflejase el laberinto celeste y el acontecimiento sobrevenido en el teatro. Ese punto, a su vez, ritmaría con otro punto: aquel adonde llevan todas las figuras del teatro, en su movimiento, por el aire, la tierra y el agua. Y ese otro punto del teatro del olvido estaría fuera del teatro, como algo sobre lo que hay que guardar silencio y que no se puede imaginar. En ese escenario todo acontecimiento insumiría la historia toda, como movimiento e impulsos hacia el punto que está fuera del teatro. ¿Fuera del mundo? Insumpción ésta del que se expone en el teatro del olvido, del que quiebra las cadenas de la Memoria platónica, las de la mnemotecnia moral y el recuerdo propio, y se pierde en el silencioso bullicio que produce el tránsito mundial. ¿Fuera del mundo?
>
> ¿No se podría conectar este teatro con un teatro del ojo, en el que el propio ojo fuese un teatro que se mira a sí mismo, disuelto en instantes y momentos, en búsqueda continua de nuevos equilibrios?
>
> ¿Y el poema no sería la tentativa de imprimir movimientos, como ya dije antes, de erizar el campo de vectores, con fuerzas y materializaciones en cada punto a la espera de ser provocadas? ¿Qué imprevisibles resultados sobrevendría a esta suerte de provocación?"

(Esta noche es de plenilunio busca un diamante y escribe con él en un espejo.)

El hombre que vendió su sombra, que a cambio de la bolsa de Fortunato mercó con su proyección y hálito astral, con esa especie de denso silencio que, bajo la luz, nos acompaña y considera, volvió a recuperarla cuando se puso a recorrer los mil y un caminos de la Tierra, y dejó impresos en ella miles de vectores de conocimiento.

Es verdad que el bueno de Schlehmil terminó siendo una suerte de profesor autodidacta que periódicamente enviaba sus memorias científicas a la Academia de Ciencias de Berlín. Pero Schlehmil pudo también haber vendido su cuerpo, y haberse quedado con la sombra. (Inténtalo)

Podemos pensar que es a vueltas de caleidoscopio, de rotación de la fortuna, a fuerza de provocar formas de vida fuera de la psicología y del personalismo como llegaremos a esa nebulosa, a ese jardín de la distracción, cuya dirección se intenta indicar con una seña que es una voluta de aire.

Parece que con Mallarmé se acabó el poema como entrega a la obra. La entrega, hoy en día, pudiera ser crecer al aire de las múltiples energías que subyacen, se arraciman, se expanden y no se reducen a los confines de la obra. Nos entregamos a los pliegues del lenguaje, hechos vida, en movimientos de marcas fronterizas, no para entregarnos, una vez más hasta el agotamiento, a acogotar la garganta del silogismo, ni para fingir revoluciones que se efectuarían en el texto.

Trasladamos a la vida un pliegue del lenguaje, y éste y aquélla copulan más allá del maridaje del tornillo y la tuerca, se confunden como juegos de luz y sombra, como puntos de energía, como espectros. Es entonces, en ese momento, cuando podríamos dar por concluida la historia de la persona, y cerrar con siete llaves el mundo y baúl de nuestra psicología, de nuestros queridos atributos.

Psicología y persona hacen aguas, su solidez heliomórfica, tallada a fuerza de martillazos de lenguaje, se licúa, y lo que aparece es el instante —tacto de la corriente de agua, lo llamaba Leonardo—. La violencia con que forjamos el acero de nuestros respecticos y monádicos mundos podrá llegar a estado de fusión, es decir, a estado de poema en acción, impronta de movimiento. En esa celosía de ritmos se desvanecerán los horizontes, se transgredirá el umbral de las definiciones, y discurrir será caminar por un campo de hipérbatos —*verbi transgressio et ordo perturbatus*.

Pero en las necrópolis de la cultura siguen proliferando los legajos literarios. Y se intenta narrar algo que ya no permite épica alguna. Realmente se patrocina una venta y un objeto manufacturado. Y poemas desvaídos tratan de poner un antifaz a algo que ya no tiene rostro. Y los críticos *à la mode*, gustosos de estigmatizar los horrores presentes, siguen y siguen escribiendo, barajando el cabal repertorio de las palabras, y bien instalados en su onda suponen que nada podrá irrumpir y conmover la tautología de su giro lingüístico. Y proclaman la gran revolución que se

efectúa en el texto, con palabras resuelven problemas de palabras, y no hay acontecimiento, muerte o acción que no sepan reducir a las horcas caudinas de la gramática.

Y no es menos repugnante la situación de las llamadas poesía experimentales. Ellas también volvieron a caer en lo mismo. Con entrenamientos de funambulista intentan aprender a volar. Y hecha imposible la gesta, la morfología o, lo que es lo mismo, la analogía, acuden para distraer de la frustraciób.

A punto ya de terminar de pasar a máquina este escrito he leído un lúcido artículo de Octavio Paz con el título de *Fourier o la analogía poética* (*Plural*, núm. 12, septiembre 1972). Al seguro y bello mundo de las regularidades y correspondencias opone Paz la ironía y, más tarde, la negación y la crítica. Pero no veo por ningún lado que negación, crítica e ironía desgarren el abanico de la analogía. Ellas también son convención de la escritura, del vaciado del mundo. Ellas también son otros tantos motivos del abanico. La ironía, la negación y la crítica se entretejen en el texto, y poco tienen que envidiar a la metáfora. La ironía y sus asociadas ponen un suelo más movedizo, menos triunfalista a la literatura, pero ¿quitan el suelo a los pies? Eso sería ciertamente disolver la literatura, y no meramente disolver algunas correcciones gramaticales y retóricas. Tal vez apunte en esta dirección la última frase del artículo: "La analogía termina en silencio". Y esto es una cuestión de saber. Quien sabe es que ha probado las cosas, pero ya no se trata de las cosas, sino de la prueba de las cosas.

(Pon en práctica el *Hockmath ha-Tseruf* de Abulafia.)



Esculturas del proyecto MOUVNT de José Luis Alexanco



MOUVNT

José Luis Alexanco

Galeradas previas a la publicación en *Resumen de los seminarios celebrados durante el curso 1968-69. Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid*.

GENERACION AUTOMATICA DE FORMAS PLASTICAS

RESUMEN DE LOS SEMINARIOS CELEBRADOS DURANTE EL CURSO 1968–69

Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid

Junio 1.969

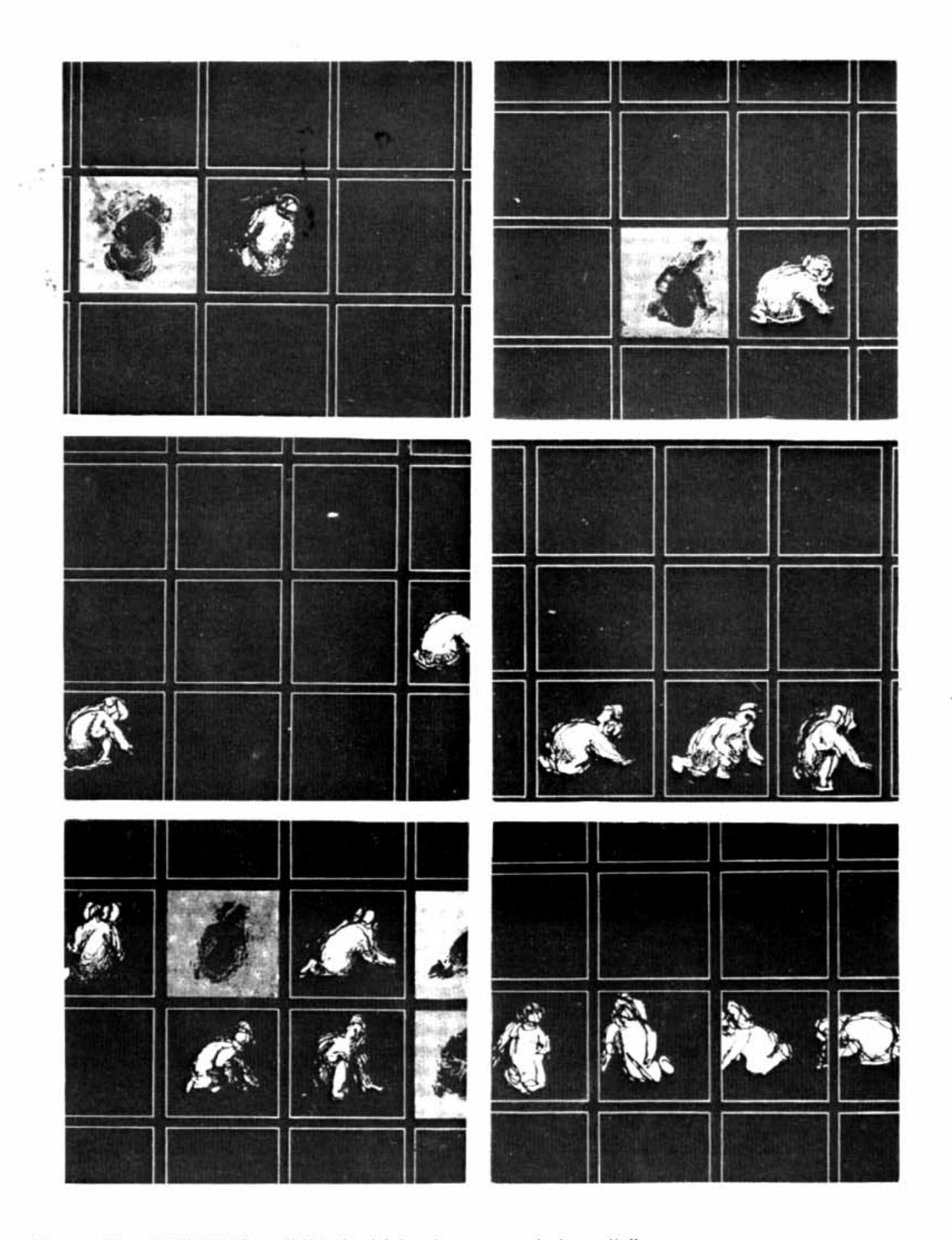


Figura 18.- ALEXANCO — "Historia del hombre que se da la vuelta"
1.965. Serigrafía — 120 x 80 cm.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted] 1)

Un replanteamiento de la estructura semántica en la plástica, partiendo de la construcción de un

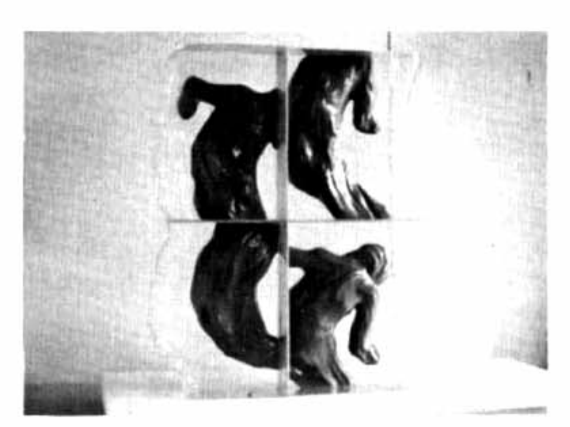
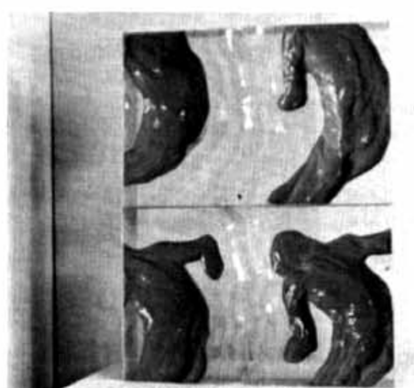
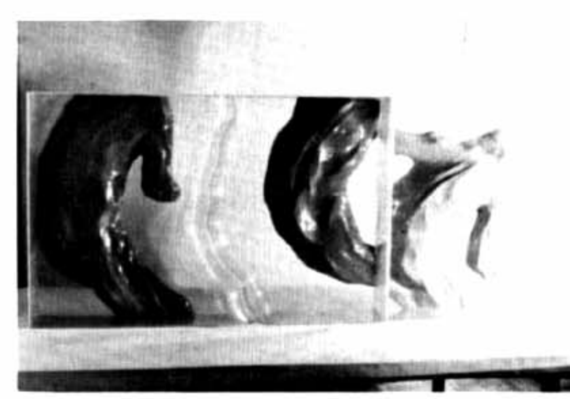
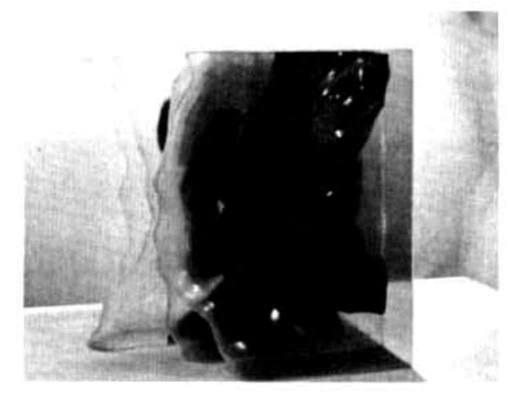





Figura 19.- ALEXANCO — "Cuatro ordenaciones diferentes de "Movimiento Transformable I" — 1967, cada pieza 50 x 40 x 10 cm.

(1) [redacted] que se [redacted]

"alfabeto" —sistema de signos— es el trabajo que me ocupa desde 1965, fecha en que partiendo de formas expresionistas comienzo un proceso de síntesis y análisis, pretendiendo llegar a unidades elementales —elementos mínimos— susceptibles de ordenación para dar lugar a frases capaces de comunicar determinadas historias.[redacted].

En este proceso de sintetización de formas y contenidos hasta llegar a la reducción de las "unidades expresivas" más elementales, destaca como problema más importante la objetivación progresiva del "potencial comunicable" que en un principio contenían las formas expresionistas. Dichas "unidades elementales" —módulos— situadas sobre un espacio estructurado han ido evolucionando, dando lugar en cada momento de su evolución a agrupaciones —frases— capaces de alterar su significado al alterar su orden. Su significado plástico dependería de la relación de unas unidades con otras, de su ordenación, número de elementos agrupados, color de cada elemento (ya que la percepción visual puede alterar una forma en función del color) etc. ... [redacted]

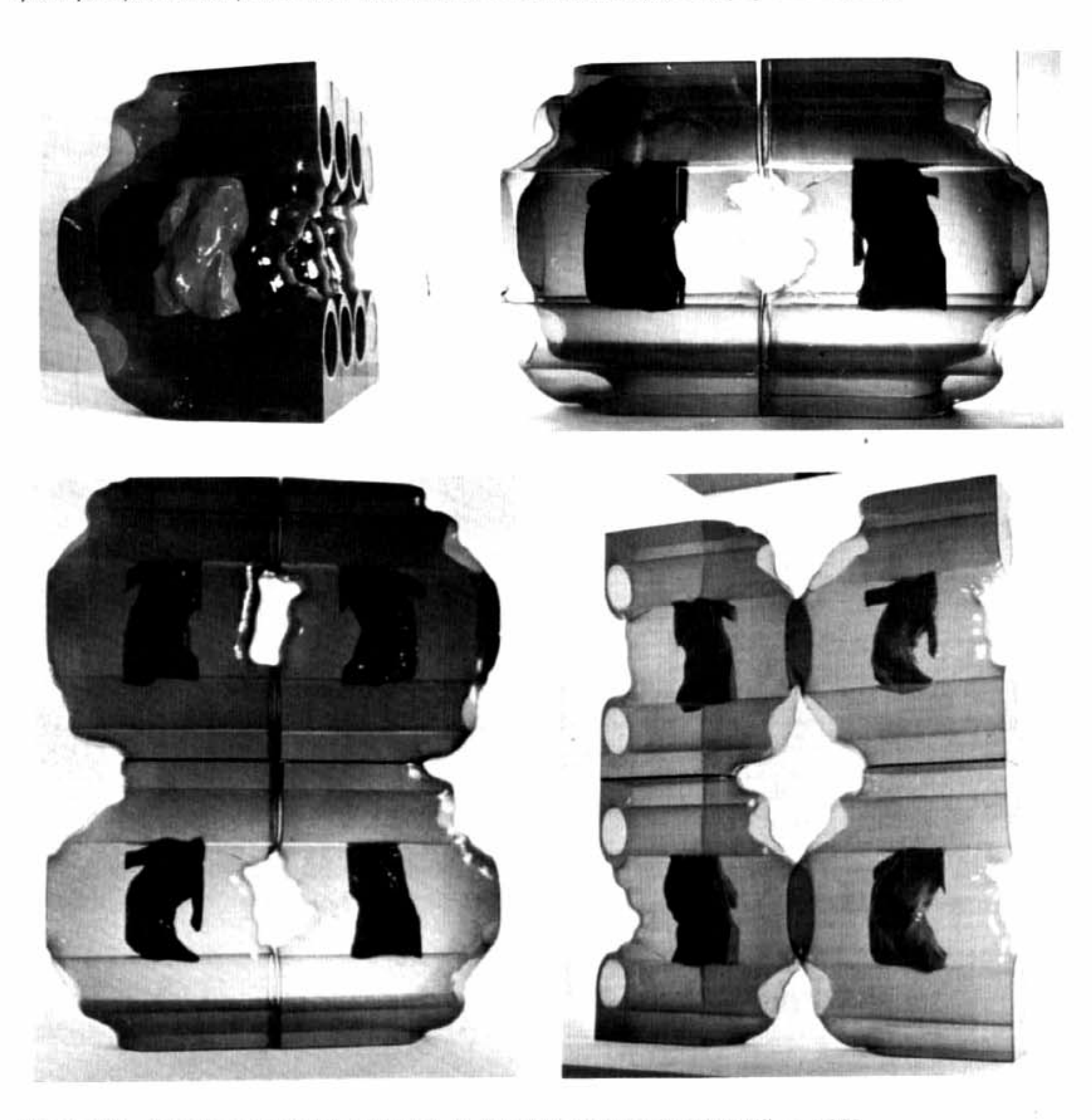


Figura 20.- Cuadro ordenaciones diferentes de "Movimiento Transformable II" — 1.967, cada pieza 50 x 45 x 13 cm.

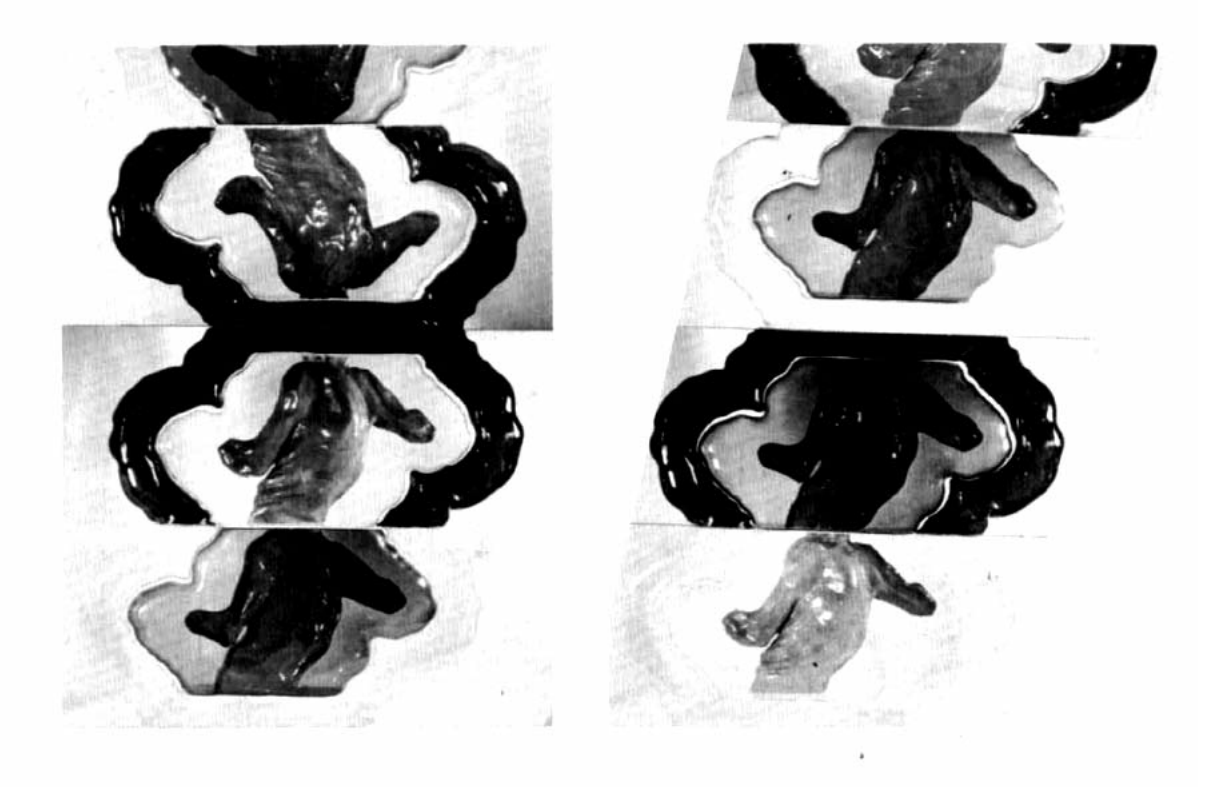


Figura 21.- Montaje fotográfico de "Movimiento Transformable III" — 1967.
cada pieza 40 x 90 x 8 cm.

Por medio del análisis del proceso de desarrollo y posible ordenación de estas unidades elementales, se podría llegar a la sintetización de un alfabeto de formas situadas en el espacio, que diera lugar a ordenaciones en el tiempo. Es decir, considerando un "trabajo" como una serie originada por uno de los elementos de este "sistema de signos" prorrogable hasta el infinito, podría en cada momento cambiar de significado al cambiar su orden, dando lugar a una obra **abierta**, prorrogable siguiendo la ley de cada ordenación, y prolongable por cada uno de sus límites. También dentro de cada ordenación podrían ser aislados un número n de elementos (generalmente considero que cuatro son suficientes para señalar la ley) que tendrían significados distintos según el momento de la conformación en que se hallasen. Cada elemento de este "sistema de signos" capaz de originar una serie ordenable, ha ido evolucionando con el tiempo y objetivando cada vez más su forma exterior y su contenido. (Fig. 22).

En el estadio en que se encuentra esta obra continua capaz de cambiar su significado con la intervención del espectador, considero preciso someter cada uno de los elementos que la componen a un proceso más avanzado de racionalización, tratamiento previo para conseguir una evolución objetiva y, como consecuencia, un lenguaje más exacto.

El movimiento preside desde el principio de este proceso el desarrollo de todos mis trabajos. Yo lo considero e intento emplearlo como un desplazamiento o cambio de algo —forma, idea, movimiento— en cierto sentido o dimensión —espacio, tiempo—. El mismo movimiento debe evolucionar en un estado continuo de dinamismo. Todos los factores integrantes del estado de equilibrio que hace una obra de arte eficaz son variables y sustituibles. —Progresiva transformación de un proceso evolutivo cambiando a medida que cambia el objeto de su movimiento—. En el desarrollo práctico de esta idea he tipificado el movimiento en una figura humana en actitud de cambio de posturas con sucesivas repeticiones y ciertas variantes.

Actualmente está contenida en un espacio limitado por unas coordenadas reales o insinuadas, sirviendo las líneas o planos de referencias para apreciar el cambio. (Fig. 23, 24).

Concreción

Los recién empezados trabajos con el ordenador que a continuación explico, forman parte de la búsqueda de esa evolución objetiva de que hablaba algunos párrafos atrás.

Para la iniciación del trabajo hemos elegido la última fase de la evolución del módulo (figura 24), pero considerándolo completo, sin cortar por planos.

Se pretende de momento continuar la evolución de dicho módulo de una forma más racional, lo que se puede lograr por varios procedimientos distintos, a través de una serie de fases diferentes.

A. Los procedimientos que abordamos son los siguientes: Utilizando como datos las coordenadas de un cierto número de puntos situados sobre las curvas de nivel del módulo (hemos tomado 14 curvas) podemos, prescindiendo de los puntos pertenecientes a algunas de ellas (por ejemplo, a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 reconstruirlas por interpolación de las que se tomaron como base (las 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13), obteniendo así 7 nuevas curvas de nivel que hemos llamado "sintéticas". A continuación sustituyendo en el programa estos resultados por los anteriores datos, podríamos obtener también las curvas de nivel sintéticas de las 1, 3, 5, 7, etc., consiguiendo así la totalidad de ellas. (Fig. 25).

El resultado reconstruído en tres dimensiones sería parecido al módulo inicial pero con toda su superficie curva más suavizada. El proceso se volvería a repetir, partiendo ya de las curvas sintéticas 2, 4, 6, ..., hasta el

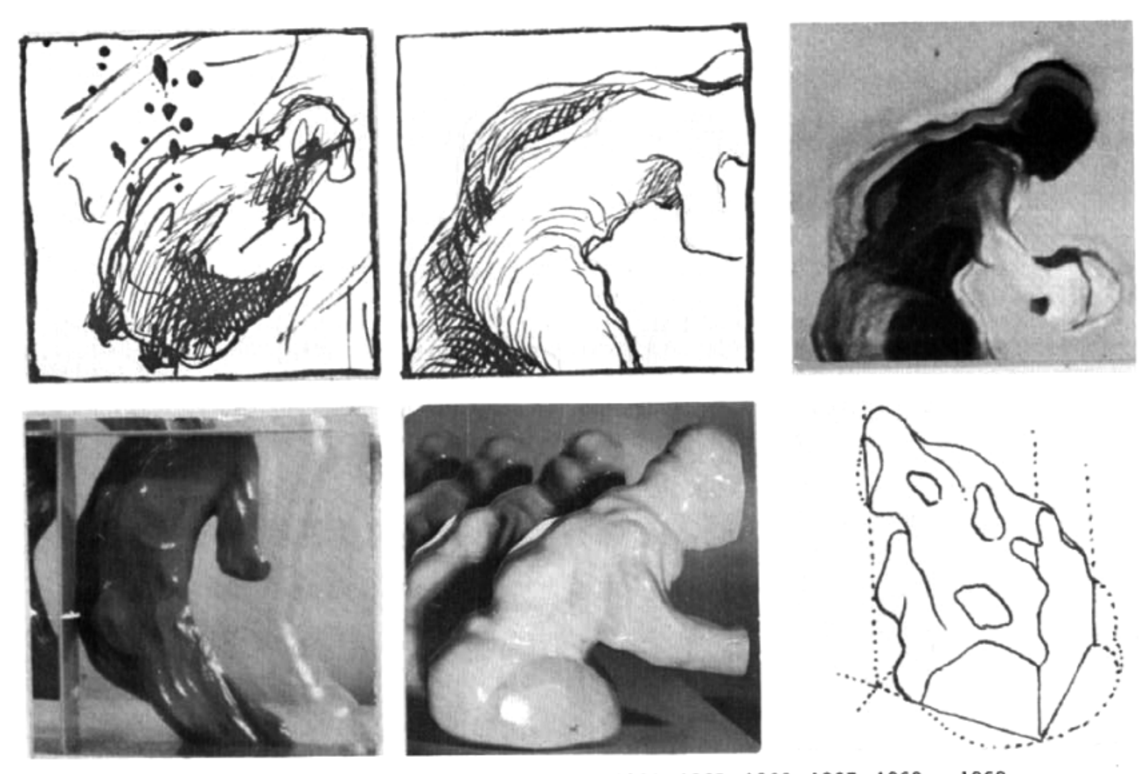


Figura 22.- Evolución de la "Figura" durante los años 1964, 1965, 1966, 1967, 1968 y 1969.

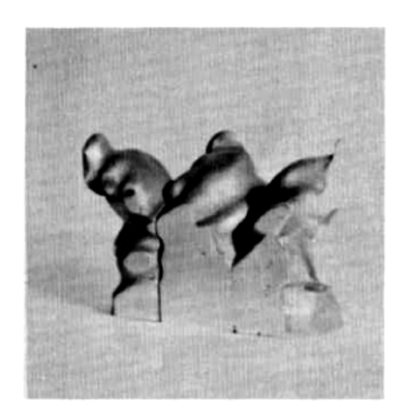
final, en el que obtendríamos probablemente un cono inclinado, ya que también se han utilizado dos curvas imaginarias, la 0 y la 15, que son respectivamente una circunferencia y un punto, obtenidas por ajuste de las curvas 1 y 14.

En lugar de obtener como output todos los resultados intermedios, haremos que se escriban los resultados tras n interpolaciones (n = 10, 50, 100, ...), observándose así el proceso completo de deformación sistemática de la forma dada.

B. Otro camino para conseguir una deformación sistemática sería por el ajuste de la superficie mediante polinomios de grado K, y modificación de sus coeficientes.

C. Una tercera manera de estudiar las deformaciones del módulo, sería definiendo éste mediante una matriz cúbica, que se sometería a transformaciones dadas por otras matrices de estructura particular.

Partiendo de los resultados obtenidos en cualquier momento del proceso se podría: 1.— Cortar la nueva figura por un paralelepípedo de lado l; 2.— Someterla a tantos giros como variaciones queramos obtener del mismo resultado; 3.— Ampliarla o disminuirla mediante una homotecia, dejando el paralelepípedo constante.
(Fig. 26, 27, 28, 29).



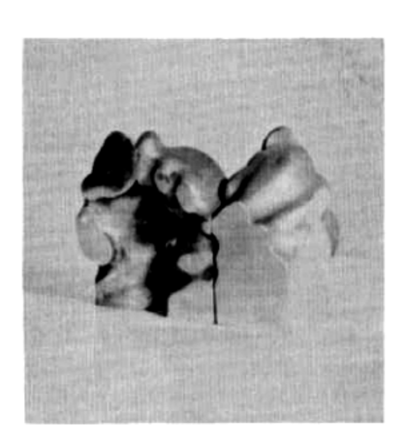


Figura 23.- Boceto en duraluminio para "Movimiento Transformable V" 1.968.

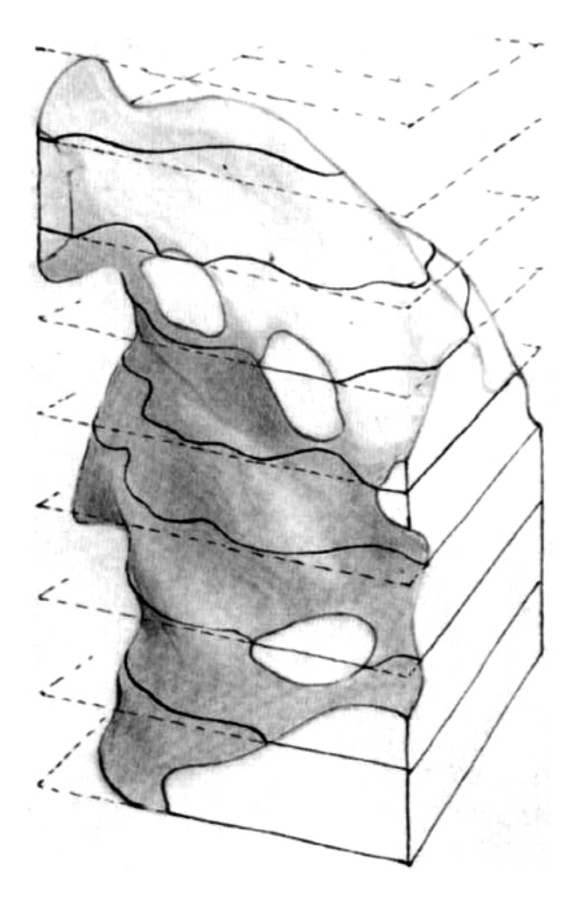


Figura 24.- Ultima fase de la evolución del Módulo.
Forma contenida en un paralelepípedo. 1.968.

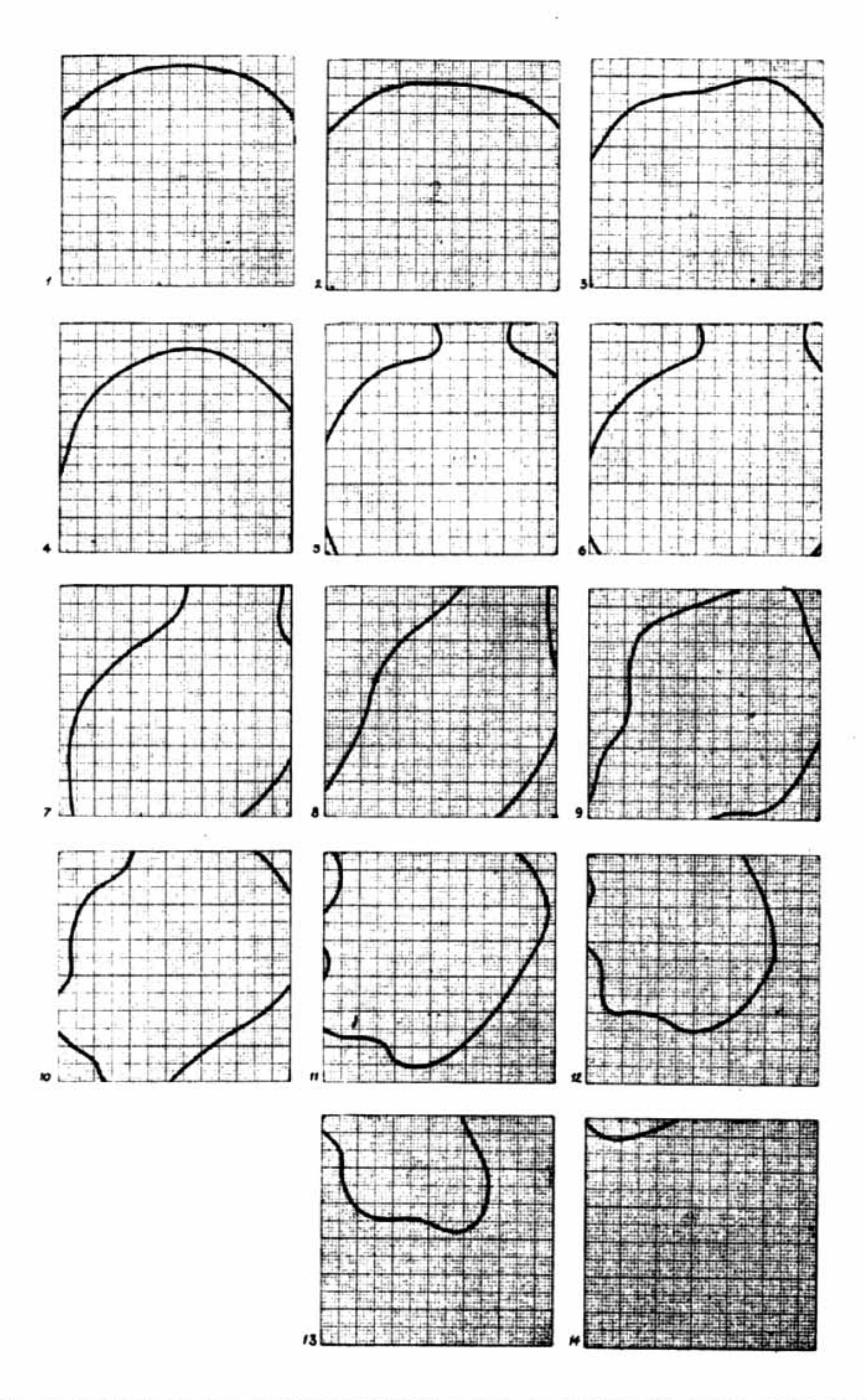


Figura 25.- Curvas de nivel para la reconstrucción del módulo de la Figura 24. Forma integrante d "Movimiento transformable V".

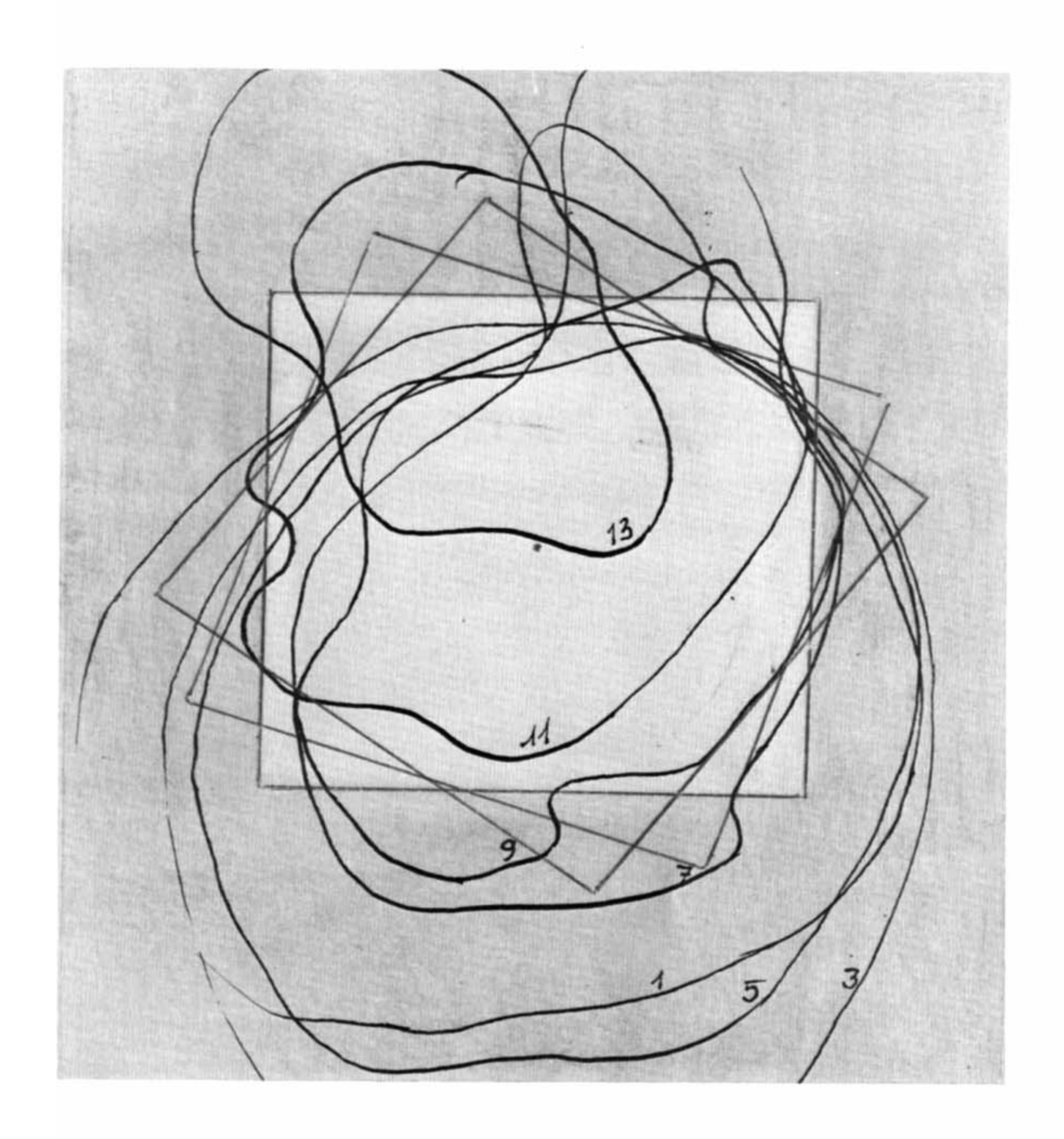


Figura 26.- Planta de las curvas de nivel de la Figura 24 cortadas sucesivamente por un paralelepípedo en rotación.

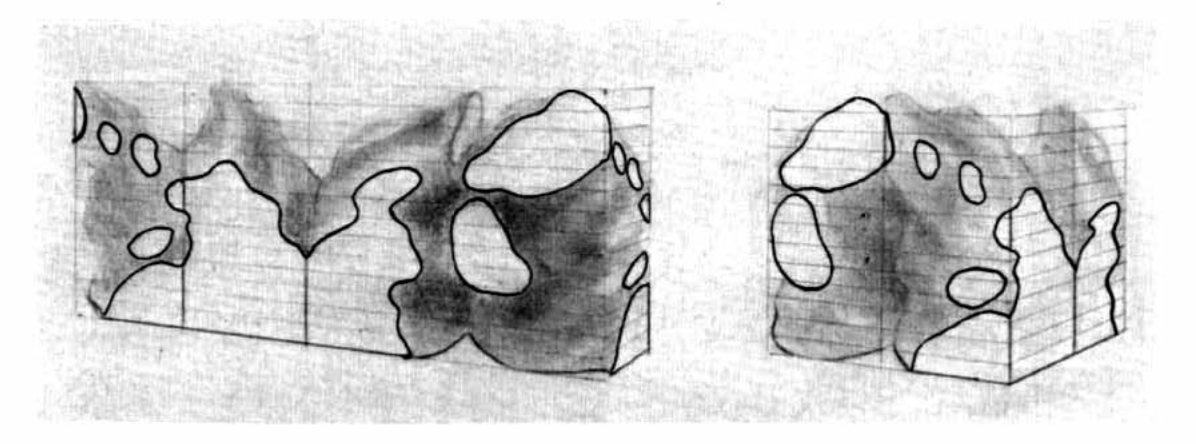


Figura 27.- "Movimiento transformable V" — Formas cortadas por cuatro paralelepípedos. Dos ordenaciones diferentes.

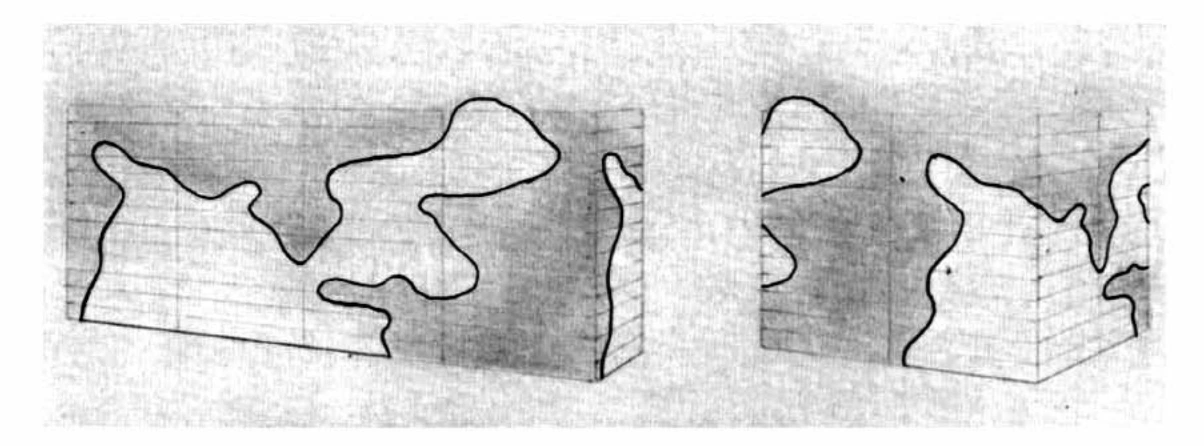


Figura 28.- Planos de corte deformados al girar 35° los paralelepípedos. Dos ordenaciones diferentes.

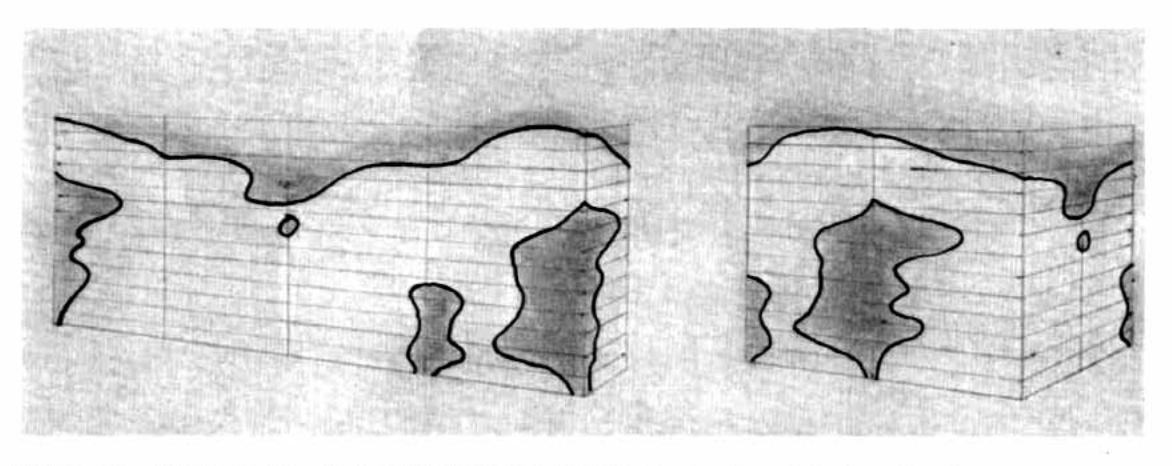


Figura 29.- Planos de corte deformados al ampliar las formas y mantener del mismo tamaño los paralelepípedos. Dos ordenaciones diferentes.



Hacia una música modular

Por Florentino Briones

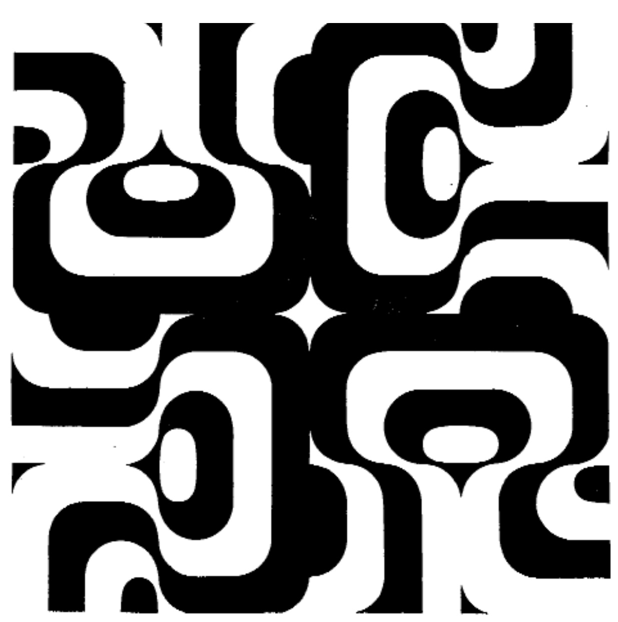
Primer artículo de una serie de cinco publicados en 1975 y 1976 en la *Revista de Informática y Automática*, órgano de la Asociación Española de Informática y Automática y del Instituto de Electricidad y Automática del C.S.I.C.

I. Introducción

1.1.Reconocimiento y sensación estética

En *Las Meninas* de Velázquez vemos una amplia habitación en la que una serie de personajes, y un perro, posan ante el artista que está pintando el lienzo. Al fondo, en una pared de la que cuelgan algunos grandes cuadros, se abre una puerta por la que otro personaje se vuelve para mirar antes de marcharse de la habitación. El personaje central es una niña rubia, solícitamente atendida por dos damas. A la derecha hay una enana y un niño que pone su pie encima del perro. Más atrás hay una monja y otro personaje. El pintor luce, bordada en el pecho, una gran cruz de Santiago...

En *Anterre*, de Barbadillo, vemos un dibujo envolvente que se repite cuatro veces en los cuatro cuadrantes del cuadro, girado cada vez noventa grados en torno a su punto central. Si dividimos a su vez uno de los cuadrantes (el inferior derecho, por ejemplo) en cuatro partes, vemos que dos de ellas (las de arriba) son simétricas respecto de la línea que las separa, mientras que una tercera (la de abajo a la derecha) es complementaría de las de arriba (blanco en vez de negro, y negro en vez de blanco)...



M. Barbadillo, *Anterre*

En todo caso, ante una obra de arte, el espectador ve, o mejor, reconoce algunas cosas: una niña rubia, la profundidad de una habitación, un dibujo girado noventa grados, una simetría... Algo concreto, habitual. Algo abstracto, geométrico... Es claro, y se ha escrito mucho sobre ello, que este reconocer algo está íntimamente ligado a la sensación estética experimentada por el espectador. Si él no conociera la existencia de los enanos y no supiera que los cuadros se pintan con pinceles en lienzos montados

sobre un bastidor de madera, vería a la derecha de *Las Meninas* una niña francamente fea, y a la izquierda a un señor con un garabato en el pecho, que no se sabe exactamente lo que hace. Si además no hubiera visto nunca un traje de época, le parecería que todos los personajes van vestidos de fantoches. Si la primera visión que tuviera de nuestro mundo un hipotético marciano verde de seis brazos y dos pares de antenas fuera el famoso cuadro de Velázquez, probablemente no le gustaría. Y si le gustase, seria seguramente porque reconocería unas proporciones entre los volúmenes, una profundidad, unos colores, un claroscuro, etc.... Esto, supuesto que el marciano fuese capaz de apreciar el color, la luz y los volúmenes.

Pero vayamos al punto que aquí nos interesa: la música. En algunas obras musicales podemos reconocer el canto de un cucú, el sonido de un riachuelo, el tronar de una tormenta... Pero, en general, lo que se reconoce en música es algo más parecido a lo que se reconoce en una obra de Barbadillo que a lo que se reconoce en una de Velázquez. Hay uno o varios lemas que se repiten, que se transforman, que se relacionan entre sí por inversión o por retrogradación de sus intervalos (por simetría o complementariedad, en el caso del pintor), unos timbres, unos esquemas rítmicos...





J. S. Bach. Fragmento de *El arte de la fuga*. (Obsérvese la simetría)

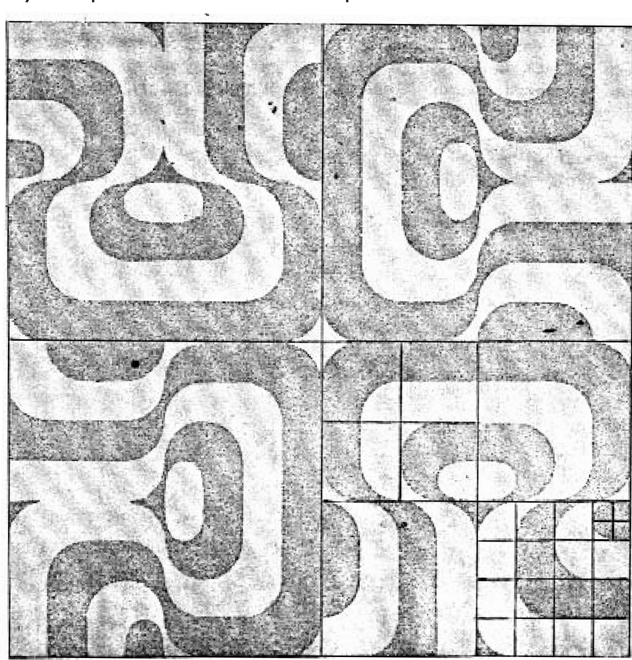
Aquí, como en la pintura abstracta, los temas pueden ser nuevos, desconocidos. No se trata de reconocer formas ya vistas u oídas anteriormente, sino de reconocer, a lo largo del desarrollo de la obra, las repeticiones y variaciones sobre los temas que la propia obra propone y, más en profundidad, reconocer la estructura en la que estas variaciones se insertan.

Esto no quiere decir, por supuesto, que el reconocimiento de algo sea la única causa de la sensación estética, ni tampoco que cuanto más fácil sea el reconocimiento, más

intensa sea dicha sensación. Si esto fuera así, el simple tic-tac de un reloj constituiría una obra musical de gran categoría. Más que con el simple hecho del reconocimiento, la sensación estética se apoya en la velocidad con que dicho reconocimiento se produce. Un reconocimiento excesivamente rápido da una sensación de trivialidad. Un reconocimiento excesivamente lento produce una sensación de farragosidad. A un oído no educado musicalmente le resulta aburrida una sinfonía de Beethoven. A un oído acostumbrado a Beethoven puede resultarle trivial una canción moderna, mientras que, posiblemente, no comprenda a Stockhausen.

Aleatoriedad, combinatoria, orden y continuidad

En una música absolutamente aleatoria, en la que cada nota se produjera con igual probabilidad estadística, sin relación alguna con la anterior, no hay nada que reconocer, como no sea la nota en sí, su duración y su timbre. Si las notas se produjeran aleatoriamente, pero con una determinada ley de probabilidad no uniforme, o con una cierta dependencia de las anteriores, ya habría algo que reconocer (la ley de probabilidad hará que unas notas suenen más veces que otras o, en el otro caso, ciertas combinaciones de notas o intervalos sonarán más veces que otros), aunque la facilidad para este reconocimiento dependerá de la ley de probabilidad o de la clase de dependencia que se utilice. De hecho, una ley determinista puede considerarse como un caso particular extremo de ley aleatoria.



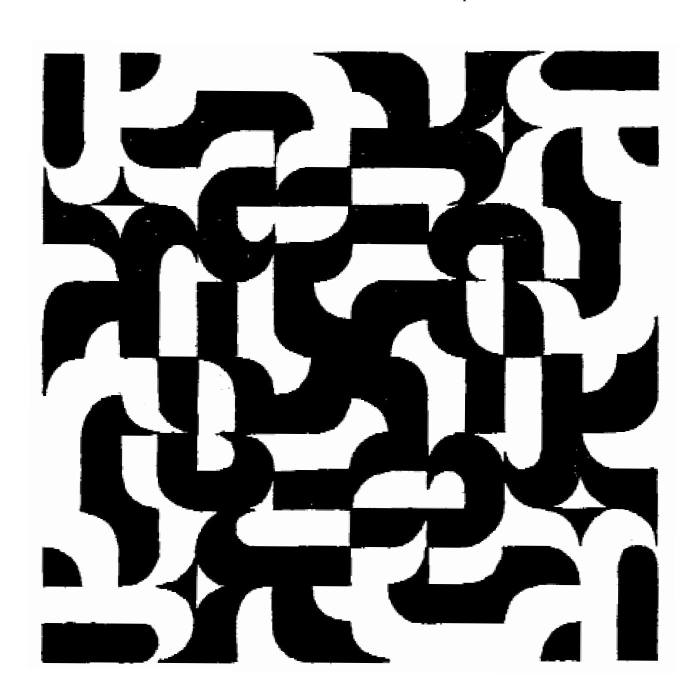
Descomposición modular de *Anterre*, de Barbadillo

Dada la facilidad con que las modernas calculadoras electrónicas pueden producir y manejar sucesos aleatorios (pseudo-aleatorios, en realidad), gran parte de los esfuerzos dedicados a la

composición automática se han dirigido hacia la composición de música aleatoria. Pero hay otro campo en el que las calculadoras se muestran extremadamente flexibles: la combinatoria. Y la combinatoria juega un papel importante en lo que vamos a llamar música modular, de la que no se excluye una cierta aleatoriedad controlada y que, por otra parte, no pretende ser una concepción nueva y original, pudiendo encontrarse en todas las épocas obras que, en mayor o menor grado, pueden incluirse en este concepto.

Pero quizá convenga continuar el análisis del cuadro de Barbadillo en el punto en que lo hemos dejado. Hemos dividido el cuadro en cuatro cuadrantes, y cada cuadrante, en cuatro partes. Si volvemos a dividir en cuatro cada una de las partes, nos encontramos con que el cuadro está constituido, tan solo, por cuatro módulos (y sus complementarios y simétricos) que, a su vez, si seguimos dividiéndolos en cuatro partes, están construidos por sólo dos muy sencillos.

Repitamos el proceso en sentido inverso: a partir de un reducido alfabeto constituido por sólo dos módulos elementales o micromódulos, Barbadillo construye su diccionario de cuatro módulos (con los que, de hecho, construye todos sus cuadros). Con los cuatro módulos construye un macromódulo (la cuarta parte de un cuadrante) que, junto a su simétrico, su complementario y otro macromódulo distinto, forman la cuarta parte del cuadro, que se completa repitiendo el mismo esquema girado cada vez noventa grados. En resumen: a partir de dos módulos elementales, y de forma ordenada, se construye el cuadro sobre una red, que en este caso es una simple cuadrícula. De aquí la sospecha de que el orden implicado por el uso de complementarios, sime-



Resultado de girar 90° cada uno de los módulosde *Anterre*

trías y giros, también juegue un papel importante que hay que tener en cuenta. De hecho, si los mismos módulos utilizados en *Anterre* se colocaran de forma aleatoria, desordenada, el cuadro perdería todo su interés.

Hay que insistir de todas formas en que reconocimiento y orden no lo son todo en una obra da arte. Si en el mismo *Anterre* giramos noventa grados todos y cada uno de los módulos que lo componen, el resultado, aunque más aceptable que si la colocación hubiera sido aleatoria, sigue estando muy por debajo del cuadro de Barbadillo.

Esto nos lleva a otro concepto que influye en la apreciación de la obra: la continuidad. Los módulos están colocados en *Anterre* de tal forma que encajan unos con otros, formando figuras más complejas que, hasta cierto punto, eliminan su percepción como módulos separados e individuales, retardando así su reconocimiento. Es claro que algo de esto ocurre también en música: la mayor parte de las obras musicales están compuestas en base a unos pocos motivos elementales, de dos o tres notas, que combinados entre sí, producen las melodías que el auditor medio reconoce y es capaz de tararear.

Tanto la continuidad como el orden son dos tipos de relaciones entre los módulos: relación entre módulos adyacentes (continuidad) y relación entre módulos alejados (orden). Cabe sospechar aquí también que pueden existir otros tipos de relaciones entre los módulos y que a una mayor riqueza de relaciones corresponda una mayor sensación estética. Y quede claro que nos referimos a mayor número de relaciones, no a que dichas relaciones se lleven a sus últimos extremos: una única nota sostenida durante toda la duración de una obra musical, supondría el máximo de orden y continuidad.

Un ejemplo musical

Pero puesto que nuestro tema de interés es la música, veamos ahora un ejemplo de obra musical intencionadamente escrita con carácter modular: el *Cuarteto para cuerdas*, opus 6, de Rafael Senosiaín. Se trata de una obra muy poco convencional, hasta el extremo de que el autor debe explicar, en la primera hoja de la partitura, la notación que emplea.

No vamos a entrar en la notación en sí, específica para esta obra, sino en las analogías que gráficamente presenta la partitura con una obra pictórica modular. La obra está dividida en nueve números (partes, movimientos, macromódulos... o como se las quiera llamar), constituyendo las dos hojas centrales un solo número dividido

en dos partes por un largo silencio. Aparte de la excepción constituida por este silencio), cada número está dividido en cuatro secciones (separadas por el símbolo //) y cada sección, por cuatro compases (similares a los compases clásicos, aunque aquí no siempre la separación entre ellos es una línea vertical). Dentro de cada compás, un grafismo, que se explica en la primera hoja, indica lo que debe de hacer cada uno de los cuatro instrumentos.

Si llamamos módulos a estos grafismos, la analogía con la pintura de Barbadillo resulta clara: el número de módulos es relativamente pequeño y se inscriben en una red (una de cuyas dimensiones es el tiempo), que está descrita en términos de compases, secciones y movimientos.

Veamos ahora las relaciones entre los módulos. Las relaciones por proximidad son evidentes dentro de cada sección: en todas las secciones, menos en las que pertenencen a los números VII y VIII, cada instrumento ejecuta el mismo tipo de módulo, variando solamente la cuerda. Entre secciones de un mismo número, salvo en el III, cada módulo es sustituido por otro muy parecido (simples cuerdas por dobles, triples o cuádruples cuerdas; glissandos ascendentes por descendentes, etc.). En el número VIII, el tipo de módulos se mantiene en cada sección (salvo los glissandos, que se alternan), pero ejecutados por distintos instrumentos. En el número VII, en vez de ser iguales los módulos correspondientes a un instrumento en cada sección, son iguales los correspondientes a los cuatro instrumentos en cada compás (otro tipo de relación de proximidad).

En cuanto a las relaciones entre módulos alejados y guiados por el silencio central del número V, podemos descubrir una cierta simetría entre ellos: el módulo anterior y el siguiente están constituidos por módulos muy homogéneos (de distinto tipo en cada caso), y lo mismo ocurre entre el primer número y el último. La simetría de los números III y VII es más evidente: los compases que en uno están colocados en una línea horizontal, lo están en el otro en una línea vertical. Entre el número II y el VIII la relación es menos clara, aunque visualmente sí lo es, comenzando porque los primeros compases de cada sección son idénticos. Estos dos números están, además, relacionados en forma parecida con el número central.

No hay que pensar, partiendo del ejemplo anterior, que la música modular tiene que expresarse necesariamente mediante unos grafismos del tipo de los de la obra de Senosiaín. Pueden utilizarse éstos (u otros, inventados *ad hoc* por el compositor), igual que pueden utilizarse los grafismos tradicionales de nuestra música clásica: pentagramas, redondas, blancas, corcheas, etc.

En música modular distinguiremos tres fases distintas de la composición: creación de los módulos, creación de la red en la que estos han de inscribirse, e inscripción de los módulos en dicha red. Si el compositor, ya de entrada, ha escogido sus módulos (el equivalente de escribir la página introductoria de la obra de Senosiaín), la primera fase habrá quedado completada. Pero también puede, como en el ejemplo pictórico de Barbadillo, construir sus módulos a partir de un alfabeto mínimo (que en nuestra exposición será prácticamente el tradicional) utilizando para ello técnicas modulares, muy aptas para su tratamiento mediante ordenadores electrónicos, como las que describiremos en los próximos capítulos.

"Cuarteto para cuerdas, op. 6", de Rafael Senosiaín.

Numeración de las cuerdas : I, II, III, IV

Agudo
IV
III
II
I
Grave

duración relativa → continuar hasta el proximo sonido

Gliss.

Simples, dobles, triples, cuadruplus cuerdas

Cambio de frecuencia o final

I II III IV . . . . . Pizz

Silencio

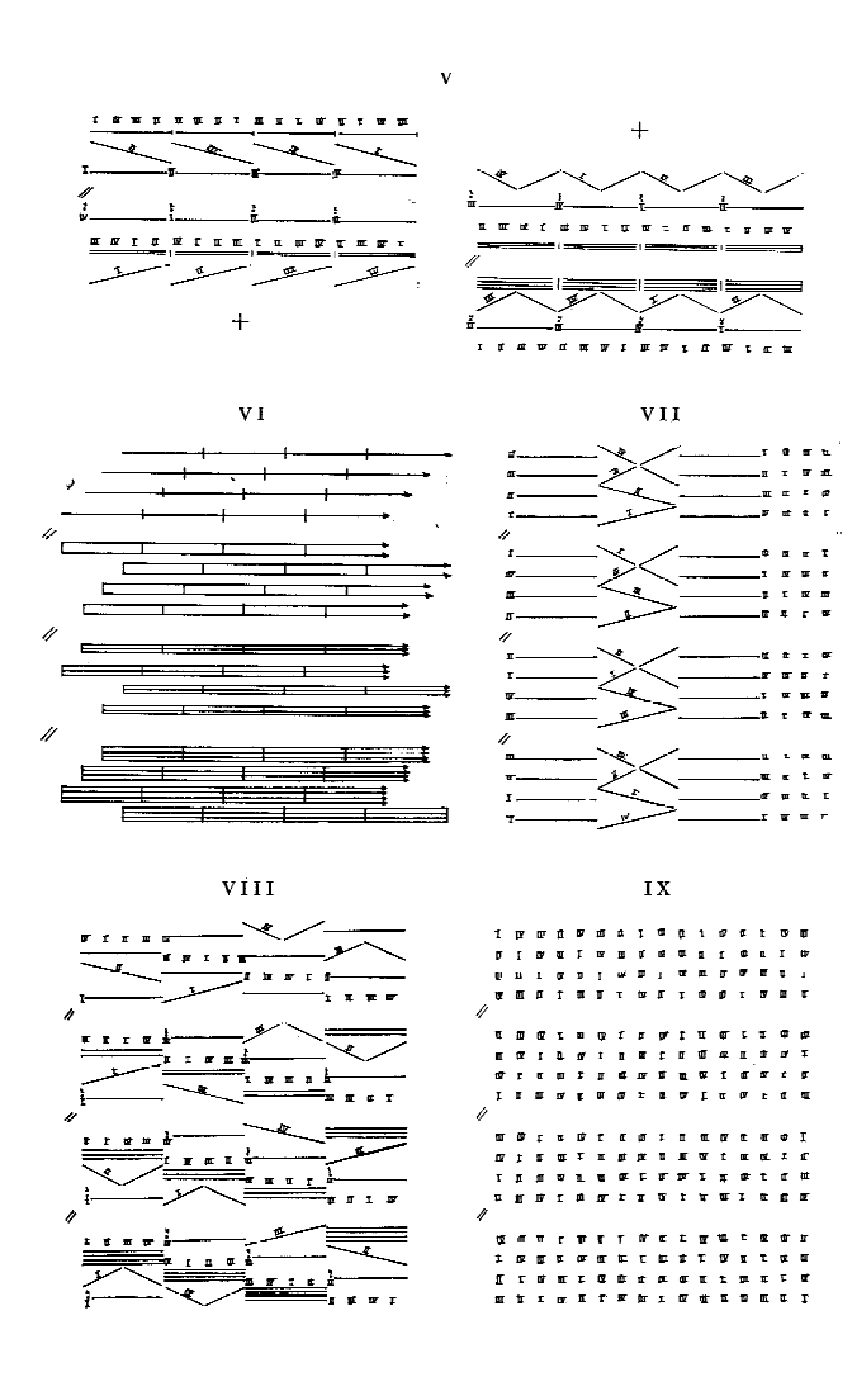
I II III IV . . . . . . Armónicos

I

II

III

IV


V
VI
VII
VIII
IX

Musmod general

MG - I - escalas y traductores

Por

F. Briones
J. Maderuelo
E. del Cerro
J. Iges

Artículo publicado en el *Boletín* nº 1, de Febrero de 1980, del "Seminario de Arte e Informática" de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Conceptos básicos

1.1.1- Hecho sensible – Podemos considerar una obra de arte como un conjunto de hechos sensibles organizados dentro de un campo expresivo. La labor creadora del artista consiste en seleccionar y organizar estos hechos.

1.1.2- Magnitud física – Un hecho sensible vendrá generalmente medido por un conjunto de magnitudes físicas.

1.1.3- Dominio – Cada magnitud física tendrá un valor concreto dentro del dominio formado por todos los valores posibles para ella.

1.1.4- Escala física – La hipótesis básica que asumimos respecto a estos dominios es que, de hecho el artista no va a utilizar indiscriminadamente cualquiera de los valores contenidos en ellos, sino que, en cada uno, hará una selección previa de valores entre los que se encontrarán rodos los que él va a utilizar en su obra. A este conjunto de valores seleccionados les llamaremos escala física.

1.1.5- Escala nominal – El Artista no trabaja utilizando explícitamente los valores de la escala física (números generalmente poco significativos, desde su punto de vista, y difíciles de recordar), sino que utiliza nombres para describirlos. Al conjunto de estos nombres les llamaremos escala nominal. Desde el punto de vista físico, sin embargo, estos nombres suelen ser imprecisos, pudiendo corresponder a varios valores, según que artista sea el que los utilice.

1.1.6- Escala lógica – Un compromiso entre ambos tipos de escala es lo que llamaremos escala lógica o simplemente escala, que es el concepto, con que trabajaremos básicamente de aquí en adelante:

Llamaremos escala a un conjunto de números enteros consecutivos, comprendidos entre un mínimo y un máximo.

1.1.7- Grado – Llamaremos grado a cada uno de los números que comprende una escala.

1.1.8- Intervalo – Llamaremos intervalo a cada una de las diferencias entre dos grados cualesquiera de la escala.

1.1.9- Escalas nominales de grados y de intervalos – Es posible que los intervalos de una escala tengan nombre, y no los grados, o que tengan nombre tanto los grados como los intervalos. Distinguiremos por tanto entre ambos tipos de escalas nominales.

1.1.10- Leer y escribir – Llamaremos escribir a, dado un grado o un intervalo de una escala, hallar el nombre que le corresponde en su escala nominal. Llamaremos leer a la operación inversa.

1.1.11- Cifrar y descifrar – Llamaremos descifrar a, dado un grado o intervalo para cada una de las escalas que identifican las distintas magnitudes físicas que describen una clase de hechos sensibles, producir el hecho sensible correspondiente. (Si no se dán todos los grados o intervalos necesarios, se asignarán valores por defecto a los que falten). Llamaremos cifrar a, dado un hecho sensible, encontrar los grados o intervalos que corresponden dentro de las escalas lógicas que lo identifican.

1.1.12- Ámbito – Cada escala tendrá un número asociado al que llamaremos ámbito, distinguiéndose según su valor tres clases de escalas: circulares, lineales y periódicas.

1.1.13- Escalas circulares o de ámbito 0 – Llamaremos a aquellas escalas en las que, aún cuando sus grados sigamos identificándolos mediante números comprendidos entre un mínimo y un máximo, son en realidad escalas cerradas, siendo el grado mínimo el siguiente al máximo, y el máximo, el anterior al mínimo.

En estas escalas, si a un grado o intervalo le sumamos o restamos la cantidad máximo-mínimo + 1 obtendremos el mismo grado o intervalo original, correspondiéndole el mismo valor en la física.

1.1.14- Escalas lineales o de ámbito 1 – Llamaremos así a aquellas escalas en las que el grado mínimo y el máximo son efectivamente los extremos de la escala, correspondiendo a cada grado o intervalo un valor distinto en la escala física, y siendo también en el punto 1.1.16) los nombres de su escala nominal.

1.1.15- Escalas periódicas o de ámbito mayor que 1 - Llamaremos así a aquellas escalas en las que, como en el caso anterior, los grados mínimo y máximo son los extremos de la escala, correspondiendo a cada uno un valor distinto

en la escala física, pero en las que los elementos de la escala nominal de grados, están constituidos por un número entero y un nombre, de tal forma que a los grados comprendidos entre el “0” y el “ámbito – 1” corresponden nombres distintos, pero siempre el número 0, y que si la diferencia entre dos grados es igual al ámbito, sus nombres son los mismos, y el número que los acompaña se diferencia en una unidad.

Dicho de otra manera: si al grado “i” ($0 \leq i <$ ámbito) corresponde el elemento “0nombre$_1$” de la escala nominal, al grado “i + k ámbito” donde k es un número natural cualquiera, corresponderá el elemento “k nombre$_i$” de la escala nominal (con tal que mínimo $\leq$ i + k ámbito $\leq$ máximo)

En el caso de la escala nominal de intervalos, ocurre exactamente lo mismo para los nombres de los intervalos positivos, mientras que para los negativos, los elementos que les corresponderán en la escala nominal serán los mismos que les hubieran correspondido de ser positivos, pero añadiendo un signo menos tanto al nombre propiamente dicho como al número que lo acompaña.

1.1.16- Escalas nominales total o parcialmente vacías. Si una escala nominal está totalmente vacía se entiende que sus grados o intervalos, o ambas cosas simultáneamente (según sea el caso), no se van a escribir nunca (en el sentido del punto 1.1.10). Si faltan solo algunos elementos puede ser que sea porque dichos elementos concretos no se van a escribir nunca o porque , si se escriben, se desea que se utilice para ellos el mismo nombre que para el anterior grado o intervalo que lo tenga (es decir, que a dos o más elementos de la escala física se hace corresponder un solo elemento de la escala nominal)

1.1.17- Escalas físicas complejas – Aún cuando lo dicho hasta aquí parece desprenderse que a cada escala lógica debe corresponder una escala física simple (entendiendo por simple la definición dada en 1.1.4), la escala física puede ser también compleja en el sentido de que a un grado de una única escala lógica pueden corresponder valores para más de una de las magnitudes físicas que describen un hecho sensible, o incluso puede corresponder a un hecho sensible completo que, a su vez, puede también más o menos simple o complejo.

1.1.18- Superescalas. La correspondencia entre los elementos de una escala lógica y los de una escala física compleja puede hacerse directamente a través de un traductor (cifrador – descifrador) pero puede también ocurrir que cada grado de la lógica sea un conjunto organizado de elementos de otras escalas (una secuencia, un motivo, o cualquiera de los distintos tipos de conjuntos que definiremos más adelante) pudiendo ser a su vez estas escalas lógicas del tipo simple o de este tipo, a las que llamamos superescalas.

El desciframiento y la escritura de los grados de estas superescalas implica el desciframiento y la escritura de sus componentes hasta el nivel más detallado.

1.2.- Comandos de definición de traductores

1.2.1- En nuestro lenguaje definiremos mediante un solo comando los distintos traductores que conforman un hecho sensible puesto que, como ya indicamos en 1.1.11, no es posible traducir el valor correspondiente a una escala sin dar, aun cuando solo sea por defecto, valores para las escalas asociadas. El formato de dicho comando será:

$D TRADUC nombre = n, lista

Donde "$D TRADUC" se escribe así y significa definición de un conjunto de traductores, viniendo a continuación el nombre del hecho sensible al que corresponde dicho conjunto. A continuación viene un signo =, seguido de un número entero positivo que indica el número de traductores que conforman el hecho sensible, una coma, y la lista de los nombres de dichos traductores.

1.2.2- El comando en que se define un traductor deber ser anterior a su aparición en cualquier otro comando (que solo puede ser un comando de definición de escalas)

1.2.3- El hecho de haber definido un grupo de traductores implica la existencia de un subprograma, (cuyo nombre será el del hecho sensible) y, posiblemente, de un equipo adecuado, que descifre el conjunto de grados y/o intervalos, produciendo los hechos sensibles correspondientes, y de otro equipo (o el mismo) capaz de cifrarlos.

Si el subprograma no existe, los comandos de traducción ($T) que lo impliquen

tendrán como resultado simplemente la escritura de una línea indicando su no existencia.

1.2.4- El valor de la magnitud física correspondiente a un grado o intervalo dependerá generalmente no solo del valor de dicho grado o intervalo, sino también de tres parámetros a definir para cada escala (uno de ellos, el ámbito definido en 1.1.12). De esta forma, un solo traductor puede servir para traducir distintas escalas (referidas a una misma magnitud física) o una escala única de características variables con el tiempo.

1.3- Comandos de definición de escalas

1.3.1- El formato del comando de definición de una escala es el siguiente:

\$D ESCALA nombre. referencia = a_1, a_2, a_3, min, max

Donde los caracteres \$D ESCALA, el punto, el signo igual y las comas deben escribirse siempre.

El nombre es el nombre de la escala que se define.

a_1, a_2 y a_3, son los tres parámetros mencionados en 1.2.4, siendo el segundo ámbito. Pueden no existir, asignándoseles el valor 0, pero se deben escribir siempre las comas.

Donde min y max son los valores mínimo y máximo de los grados de la escala, definidos en 1.1.6., y deben existir siempre.

1.3.2- El campo de referencia es un nombre que puede:

- Corresponder a un traductor (que debe haber sido definido previamente)

- No haber sido definido anteriormente (en cuyo caso diremos que se trata de un traductor simbólico, actuándose como en 1.2.3., como si el traductor no existiese).

- Ser el nombre de una variable dimensionada definida previamente, tratandose por tanto de una superescala (1.1.18).

1.3.3- Los valores a_2, min y max deben darse numéricamente en el comando de la definición, mientras que los valores a_1 y a_3 pueden darse numéricamente o

mediante una variable simple (no dimensionada), especificando su nombre en el comando de definición, y utilizándose para ellas, en el momento de la traducción el valor que en ese momento tenga la variable y que puede ser distinto en cada una de ellas.

1.4- Comandos de inicialización de escalas

1.4.1- El comando de inicialización sirve, en el caso de las escalas, para definir su escala nominal, y puede tener uno de los siguientes formatos:

$I nombre = $lista_1$. $lista_2$

$I nombre= $lista_1$

$I nombre= $lista_2$

donde los caracteres $I indican que se trata de un comando de inicialización, el nombre de la escala que se trata de inicializar (y que debe de haber sido definida con anterioridad), $lista_1$ es la lista de los nombres de los grados y $lista_2$ la de los intervalos.

1.4.2- En las listas, los nombres deben ir separados por comas, comenzando por el grado mínimo, si es lista de grados y el ámbito es 0 o 1, o por el grado o intervalo 0 en los otros casos, y terminando por el grado o intervalo máximo superior a 1.

1.4.3- No es necesario que estén todos los nombres (ver 1.1.16), pero sí todas las comas comprendidas entre el primero y el último de los nombres especificados.

1.4.4- La inicialización de una escala puede realizarse en el mismo comando que su definición, poniendo una coma después del parámetro max y, a continuación, las listas como en el comando de inicialización.

1.4.5- La inicialización de una escala solo es necesaria si sus valores van a ser escritos o si se quieren utilizar los nombres de su escala nominal al inicializar posteriormente secuencias, motivos, etc. Por otra parte, en el caso de las superescalas, no debe existir dicha inicialización, siendo el nombre del grado "i (i-min+1)", y el nombre del intervalo i, "i".



En torno a la novedad, la información y la redundancia en la obra de arte

Por José Iges

Artículo publicado en el boletín nº 2, de Noviembre de 1980, del "Seminario de Arte e Informática" de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Según estudia la termodinámica, todo proceso energético que va desde una situación A a una situación B evoluciona siempre en el sentido de una mayor homogeneización; un sencillo ejemplo nos ilustrará la afirmación: si ponemos en un vaso hielo y coñac, sus temperaturas respectivas, al cabo de cierto tiempo, son iguales y ambos se han mezclado.

Las consecuencias vienen evaluadas por una magnitud que define la propia termodinámica: la entropía. Así, la tendencia de un proceso termodinámico de ir desde un estado de especialización-diferenciación a otro de indistinción-uniformización se corresponde con un incremento positivo de la entropía.

1.-De la termodinámica al arte, pasando por la teoría de la información.

Estas observaciones entroncan abiertamente con la teoría de la información: una indistinción-uniformización nos lleva a una equiprobabilidad de las situaciones; justo lo contrario sucede con una situación muy especializada (muy singular): su probabilidad es muy escasa.

Si ahora cambiamos el vocablo situación por información, estamos a un paso de comprender cómo Norbert Wiener, fundador de la cibernética, utilizó el concepto de entropía en relación a la información: en definitiva, una información lo es en mayor medida cuanto más singular (diferenciada) es, o sea, cuanto más improbable, lo que supone entropía decreciente. Y apostilla el propio Wiener: "así como la entropía es una medida de la desorganización, la información transmitida por un conjunto de mensajes es una medida de organización. Así, cuanto más decreciente fuese la entropía, más información tendría el mensaje".

Dejemos a un lado el concepto termodinámico y vayamos al terreno que nos ocupa: el arte. Deberemos admitir, en principio, que una obra de arte nos emociona debido, en cierta medida, a su improbabilidad (a su elevada tasa de información, diríamos, para hacer un paralelismo con las anteriores consideraciones).

Pero hay otro factor que opera de modo complementario (casi contradictorio podría decirse, si no se tuvieran en cuenta los resortes perceptivos del ser humano). Ese factor es la redundancia.

A nadie escapa el hecho de que en toda obra de arte existe una mayor o menor reiteración de formas, servidas a lo largo de la misma como identidades o analogías.

Y esto enlaza con otra reflexión: una redundacia excesiva produce el mismo resultado que un hecho muy probable (o el de una información poco interesante); por el contrario, una escasa o nula redundacia ofrece al espectador los mismos problemas de comprensión y reconocimiento que un hecho inusitado.

La necesidad de la redundacia, desde el punto de vista del espectador, apunta a una mayor comprensión-reconocimiento de la obra con la obra en sí. Pero quizá no sea aventurado proponer que la sensación estética se apoya, sobre todo, en la velocidad con que dicho reconocimiento se lleva a cabo (y que una escasa redundancia impone una baja velocidad, mientras una gran redundancia hace trivial la lectura y el reconocimiento).

Hay, pues, una necesaria ponderación entre novedad-improbabilidad y redundancia (y esa ponderación ¿no nos está indicando acaso la presencia de un lenguaje y unas reglas generativas?).

Podría resumir diciendo que el objeto artístico es un hecho que, por su alto grado de improbabilidad, presenta una elevada calidad informativa, pero a la vez, debe contener suficiente redundancia (¿coherencia interna?) como para poder ser reconocido y comprendido por el espectador.

2.-La cuestión de la coherencia interna.

He mencionado arriba, entre paréntesis y con unas tímidas interrogaciones, algo que nos puede llevar más lejos: la coherencia interna. Esa redundacia que el artista ha puesto en su obra no puede ser sólo considerada como resultado de un calculado ejercicio para lograr la omnicomprensión de la misma: es, sin duda, el fruto de la aplicación de una ordenación personal de los elementos[1] por él seleccionados. La existencia de un conjunto de relaciones de orden y de operadores actuando sobre los elementos que el artista ha elegido para construir su obra, son la causa de que ésta se tenga en pie o presente coherencia interna (por supuesto, estoy lejos de pos-

[1] Entiendo por elemento aquella parte de la obra de arte que cobra carácter de indivisible al analizar dicha obra. Ello depende también, no obstante, del nivel al que se efectúe el análisis. (Un ejemplo tomado de la música puede servir para ilustrar lo anterior: supóngase una melodía, tocada por una flauta. Los elementos serían las notas -o los intervalos- que componen la melodía, así como sus duraciones e intensidades; a un nivel más fino de análisis, al estudiar el elemento tiembre encontraríamos que cada nota es la resultante de un conjunto de frecuencias simples).

tular que el artista sea por completo consciente de estar aplicando ese conjunto de relaciones y operaciones, así como el espectador -a no ser que sea iniciado- va a advertir ese juego relacional a través de sus canales perceptivos, sin apenas racionalizarlo)[2].

DO SI DO SI DO♯
MI - MI - MI - MI - MI
SOL SOL LA SOL♯ LA

Fig. 1

3.-Otras consideraciones.

Seguramente, todo artista innovador lo es, no tanto en base a los elementos de nuevo cuño que emplee, como a las insólitas relaciones y operaciones que desarrolla entre ellos.

Quizá haya que buscar en esta subversión del orden anterior la causa de que los acomodados se escandalicen más con la obra de estos creadores que otros espíritus más abiertos, que no encuentran tantas trabas para resonar con esas nuevas propuestas.

Es claro, volviendo a la noción de redundancia, que las actitudes de esa vanguardia a la que antes me refería son muy diversas. (Así, en el caso de Schoenberg, creador del método serial de los 12 sonidos, observamos cómo sustituye los resortes redun-

[2] Otro pequeño ejemplo musical puede ayudar a entender más amplicamente algunas precisiones de párrafos atrás. Supongamos la siguiente sucesión de acordes: Do Mayor/ Mi menor/ La menor/ Mi Mayor/ La Mayor, y una línea melódica, consistente en una sola nota: el Mi.
Como puede verse en el gráfico (fig. 1), todas las tríadas tienen como nota común precisamente, El Mi.
Supongamos ahora que los acordes son interpretados por la mano derecha del pianista, siendo ese Mi insistente tocado por la mano izquierda (cobra el valor estructural, por tanto, de bajo de la armonía). Tenemos un caso que presenta máxima redundancia en la armonización, pero eso no puede decirse también de la rueda de acordes (son todos distintos).
Pero hagamos una sencilla permutación (de figura-fondo, en el decir de los seguidores de la Gestalt): ahora, imaginemos que es la mano derecha la que toca la inspirada melodía de 1 sola nota: el Mi, mientras la mano izquierda ejecuta la rueda de acordes tríadas, que se oyen así como una armonización de la melodía (del Mi).
En ambos casos, la percepción de conjunto es totalmente diferente. En el primer caso, asistíamos a una redundancia máxima en la armonización; en el segundo, a una escasa redundancia en la misma.

dantes de la armonía funcional por otras fórmulas de redundancia: de intervalos, de notas y/o de grupos instrumentales).

En este punto me parece oportuno revisar, a la luz de las mencionadas nociones de tasa de información y redundancia, dos ejemplos significativos aparecidos en nuestro presente horizonte musical: la música repetitiva y la música aleatoria.

En la música repetitiva, una célula rítmica va evolucionando en base a mínimas transformaciones (operaciones); he aquí un caso de elevada redundancia, con lo que la alta velocidad de reconocimiento provoca una sensación de trivialidad o de contagio (una percepción distinta del tiempo, por ende). Hay que notar que ese contagio no sería posible si la alta redundancia no estuviese apoyada por una estricta ordenación del ritmo y sus transformaciones (apreciable coherencia interna, de nuevo).

En la música aleatoria hay, a lo sumo, una ley de probabilidades que va generandola obra en sí. Hago notar que, cuanto más equiparables sean los sucesosde esta ley o tabla, menor será la tasa de información; opuestamente, cuanto más controlemos esa ley (cribando las opciones que no nos interesan) más nos acercaremos a un resultado con mayor información.

4.-Reflexiones finales

Hablaba, en un párrafo anterior, de lenguaje: si es lícito denominar así a la articulación de novedad y redundancia entre los elementos (y sus relaciones), en torno de una idea-contenido, entonces podríamos enunciar que hay un lenguaje palpitando en toda obra artística.

Quede claro que ese supuesto lenguaje del arte no es único. Por otra parte, cada cultura y/o escuela han ofrecido sus propios rasgos distintivos. Y no sería muy arriesgado afirmar, a la luz de las anteriores consideraciones, que cada cultura y/o escuela han ordenado y operado de modo diferente -pero característico- los elementos puestos en juego. (Otro ejemplo musical: en el barroco europeo ha prevalecido la organización de las alturas y las duraciones, mientras intensidad, ritmo o tímbrica

[3] Y va de ejemplos musicales: el cánon y la fuga, ¿no son dos brillantes y sólidas alternativas contrapuntísticas a la resolución del compromiso entre novedad y redundancia que toda expresión artística tiene planteado?

eran secundarios; en cambio, en un área cultural como África Central, la rítmica está muy organizada y la altura de los sonidos no tiene mucha relevancia)[3].

Con un alcance, sin lugar a dudas, interdisciplinar y más ambicioso, cabría preguntarse acerca del por qué de éstas diferencias: por qué en un contexto prosperan más unas relaciones de orden que otras y un conjunto de operaciones generativas. En realidad, todo lenguaje está en función del contexto, pero, ¿puede precisarse con objetividad la índole de esa función?

Si ello fuese posible, la estética podría abordarse con una metodología similar a la del análisis matemático.

Llegamos otra vez al encuentro entre arte y ciencia, esta vez por el camino de la conjetura. Comenzamos yendo desde un concepto termodinámico hasta la misma obra de arte; ella nos ha ido sugiriendo cada vez más materia de especulación, acaso por que el arte tiene tanto de especulación y elección como de inspiración e intuición.

Concluir precisando que en absoluto debe colegirse de ninguna de mis afirmaciones anteriores que la trayectoria del artista y del científico estén confluyendo; antes bien, creo que sus posturas frente al mundo son, de algún modo, complementarias. Y a propósito de esto, escojo una frase de Decio Pignatari que me servirá para despedir el presente artículo: "Artista es aquel que estudia los fenómenos dejándose contaminar por ellos".

Bibliografía

PIGNATARI, Décio. Información, lenguaje, comunicación. Col. Punto y Línea, G. Gili.

BRIONES, Florentino. Hacia una música modular. "Seminario de Arte e Informática", boletín nº 1.

TERRÓN, Eloy. Posibilidad de la estética como ciencia. Ayuso.

EIMERT, Herbert. ¿Qué es la música dodecafónica? Buenos Aires, Nueva Visión, 1973.



Reunión = notas del autor

Por José Iges

Artículo publicado en el boletín nº 2, de Noviembre de 1980, del "Seminario de Arte e Informática" de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Reseña de un estreno

Con motivo de la Segunda Conferencia Internacional sobre Bases de Datos en Humanidades y Ciencias Sociales, organizada por la Facultad de Informática de Madrid y bajo la Presidencia del Sr. Portaencasa, Decano de la misma, este Seminario de Arte e Informática presentó un trabajo musical, titulado *Reunión*, original de José Iges, integrante de dicho Seminario.

La obra, compuesta con ayuda del ordenador, tuvo cabida en el Acto Inaugural de dichas Conferencias y fue interpretado por el Quinteto de Viento del ECO-GRUPO INSTRUMENTAL

Descripcion general

Reunión surge con el propósito de ser una obra breve, sin tics melódicos y en la cual el reconocimiento de una estructura lleve consigo, en todo momento, un grado de novedad.

El cometido del ordenador ha sido el de llenar aleatoriamente, a partir de un conjunto de restricciones previas, la estructura vacía ideada para cada movimiento. Posteriormente, ha existido una criba ulterior de esa selección aleatoria, a fin de conseguir el resultado sonoro óptimo, y en la cual se han desechado algunos de los datos proporcionados por el ordenador. De esa interacción, pues, entre las elecciones de partida y el listado ofrecido por la máquina, junto con ciertos criterios estrictos de musicalidad -acaso no tan subjetivos- aplicados en esa criba final, surge *Reunión*.

La obra consta de cinco breves movimientos: alegro (20 compases), largo (20 compases), andante (15 compases), adagio (22 compases) y alegro final (20 compases). Duración aproximada: 9 minutos.

Las claves de reconocibi1idad de formas que se manejan en la escucha son, ya de carácter rítmico, ya de posición espacial de los registros o bien de coincidencia: por ejemplo, las notas del tritono La -Re sostenido, son comunes para los cinco instrumentos.

Por lo que respecta al ritmo, el compás utilizado en todo momento es el 5/4, lo cual permite 5 opciones de batido; 3+2, 2+3, 4+1, 1+4 ó 5. La presión métrica y de

acentos de los instrumentistas es aspecto, pues, fundamental; añadamos a este respecto que, en los movimientos largo y alegro Final, todos los instrumentos baten, en cada compás, de igual modo el 5/4, pero en los otros 3 movimientos cada uno parte con un batido característico, lo cual permite interesantes juegos rítmicos y síncopas.

Una vez expuestas estas generalidades, que gustosamente detallaría más ampliamente a algún lector interesado que lo solicitase, paso a detallar cómo ha sido confeccionado uno de los 5 movimientos de los que consta la obra.

Descripción del alegro inicial

El cuadro de elecciones previas ha sido el siguiente:

Instrumento	**Batido**	**Tricono**
Flauta	3 + 2	Re - Sol sostenido
Oboe	2 + 3	Do - Fa sostenido
Clarinete	1 + 4	Si - Fa
Trompa	4 + 1	Sol - Do sostenido
Fagot	5	Mi - La sostenido

Y, como notas que todos pueden ejecutar, el tritono La -Re sostenido. Los 20 compases de que consta este movimiento son llenados, en cuanto a duraciones se refiere, de tal modo que aparezcan compases muy subdivididos (máximo: 16 notas/compás) y progresivamente vayamos llenándolos con figuras más largas (mínima subdivisión: 2 ó 3 notas/compás).

En cuanto a las alturas, tomando en cuenta las restricciones hechas para cada instrumento, y que se detallan en el cuadro de elecciones previas, han sido obtenidas aleatoriamente.

Es decir, primeramente se han obtenido las duraciones correspondientes, por ejemplo, a un compás muy subdividido de la familia 3+2, y posteriormente, se han adicionado las alturas correspondientes a cada figura de duración obtenida. Y así para cada compás de cada instrumento. Eso hace un total de 20 x 5 = 100 rellenos rítmi-

cos y, en consecuencia, 100 series aleatorias de alturas que se corresponden biunívocamente con aquellos.

La marcha progresiva de máxima subdivisión a mínima subdivisión se realizó de tal modo que la velocidad del proceso sea distinta para cada instrumento; así, la trompa puede presentar mínima subdivisión a partir del compás 12, inclusive; el clarinete desde el 14; el oboe y la flauta, en los 3 últimos compases. El fagot es la excepción, motivada por el hecho de su especial modo de batir: 5. Su cometido es el pedal continuo.

Por último, como muestra el resultado, en lo que sigue se adjunta la partitura íntegra correspondiente a este primer movimiento.


Reunion
1er Movimiento : ALLEGRO // Intensidad : f
(José Iges - Seminario de Arte e Informática)
MADRID - 1980
A
FLT (3+2)
OBOE (2+3)
CLAR. Sib (1+4)
TROMPA Fa (4+1)
FAGOT
B
FLT (3+2)
OBOE (2+3)
CLAR. Sib (1+4)
TROMPA Fa (4+1)
FAGOT
-30-


FLT (3+2)
OBOE (2+3)
CLAR. Sib (1+4)
TROMPA Fa (4+1)
FAGOT (5)


C
FLT (3+2)
OBOE (2+3)
CLAR. (1+4)
TRP (4+1)
FAGOT (5)


FLT (3+2)
OBOE (2+3)
CLAR. (1+4)
TRP. (4+1)
FAGOT (5)
FLT (3+2)
OBOE (2+3)
CLAR. (1+4)
TRP. (4+1)
FAGOT (5)
-32-

Bibliografía musical mínima

KAROLYI, Otto. Introducción a la música. Madrid, Alianza.

STUCKENSCHMIDT, Hans Heinz. La música del siglo XX. Madrid, Guadarrama, 1960

EIMERT, Herbert. ¿Qué es la música dodecafónica? Buenos Aires, Nueva Visión, 1973.

EIMERT, Herbert. ¿Qué es la música electrónica? Buenos Aires, Nueva Visión Fichas 14,1973

SCHAEFFER, Pierre. ¿Qué es la música concreta? Buenos Aires, Nueva Visión, 1959.

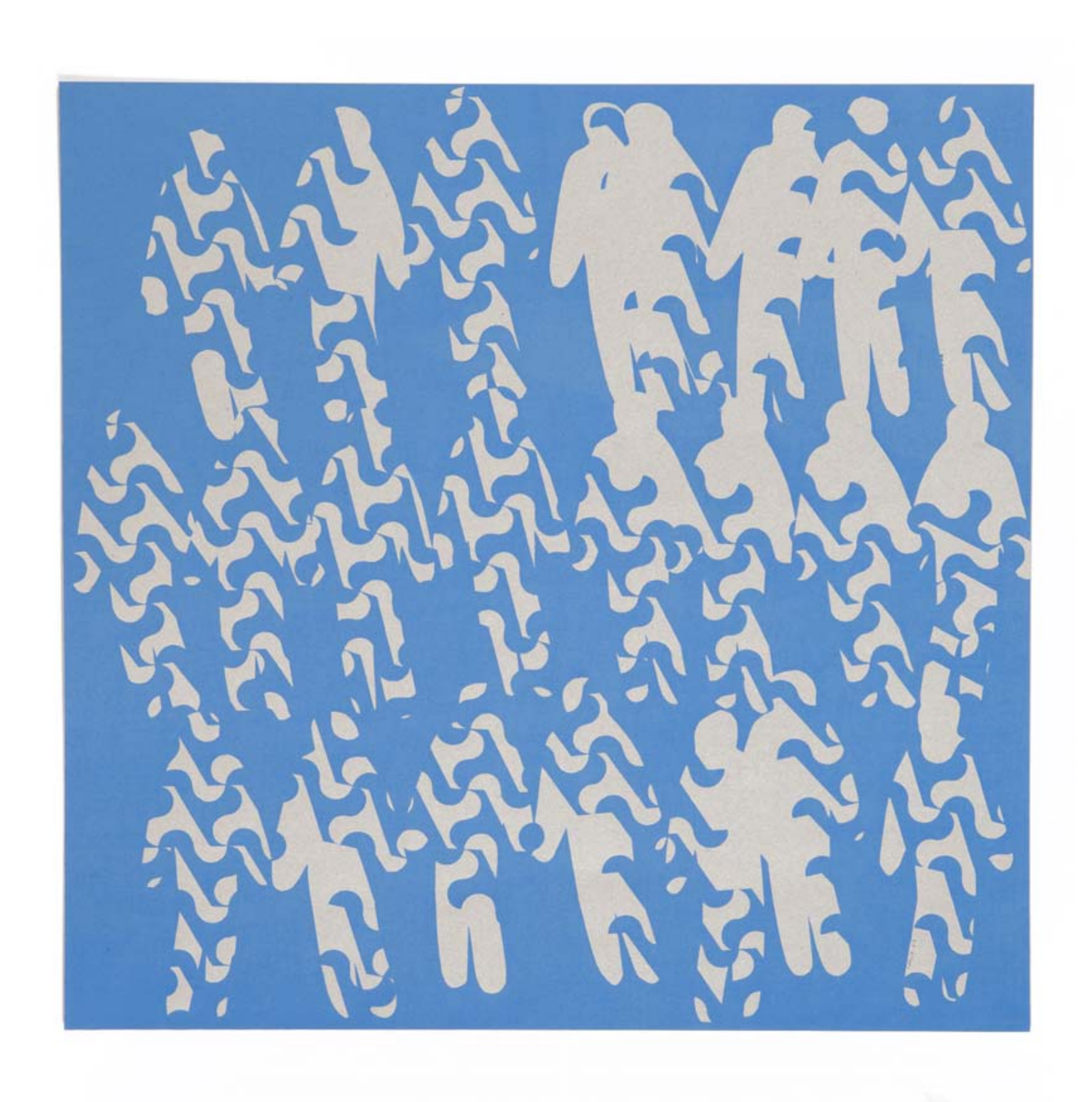
SCHAEFFER, Pierre. Traité des objets musicaux. París, Seuil.

RETI, Rudolf. Tonalidad, Atonalidad, Pantonalidad. Madrid, Rialp, 1965.

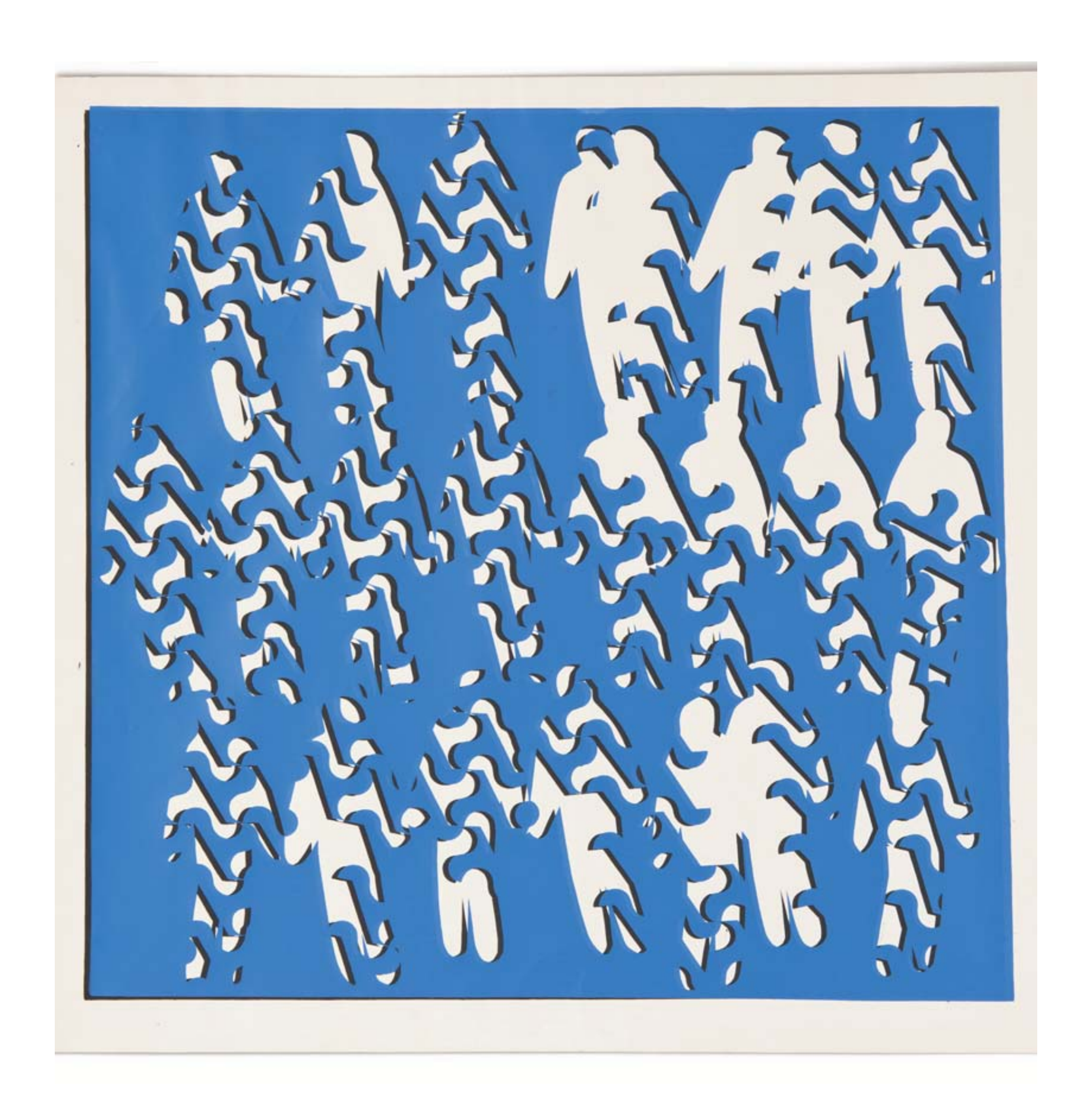
BOULEZ, Pierre. Penser la músique aujourd'hui. París, Mainz,1963.

GOLEA, Antoine. L'aventure de la musique au XXe siecle. Souillac, 1961

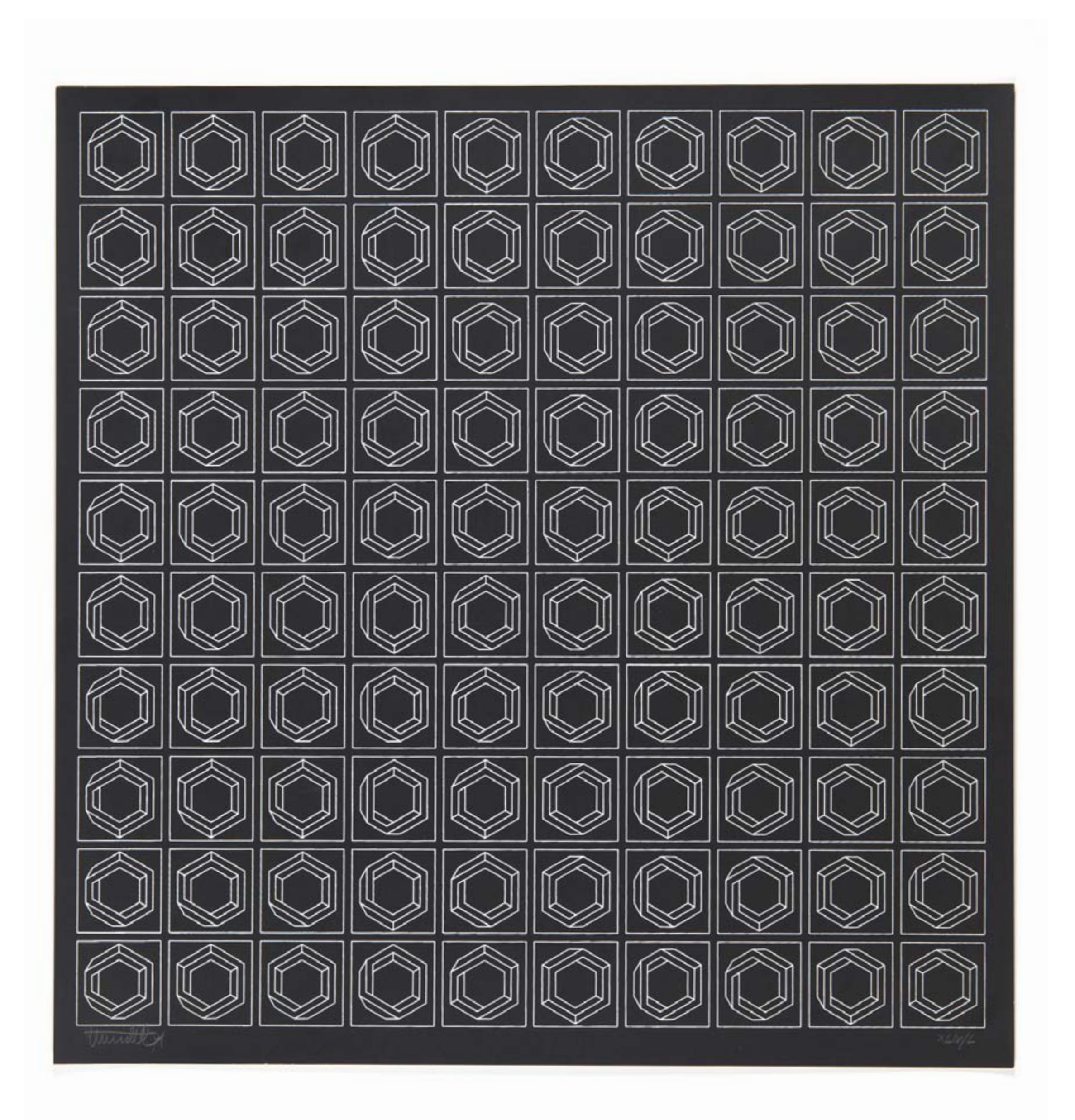
Colección CCUM
del Patrimonio Complutense



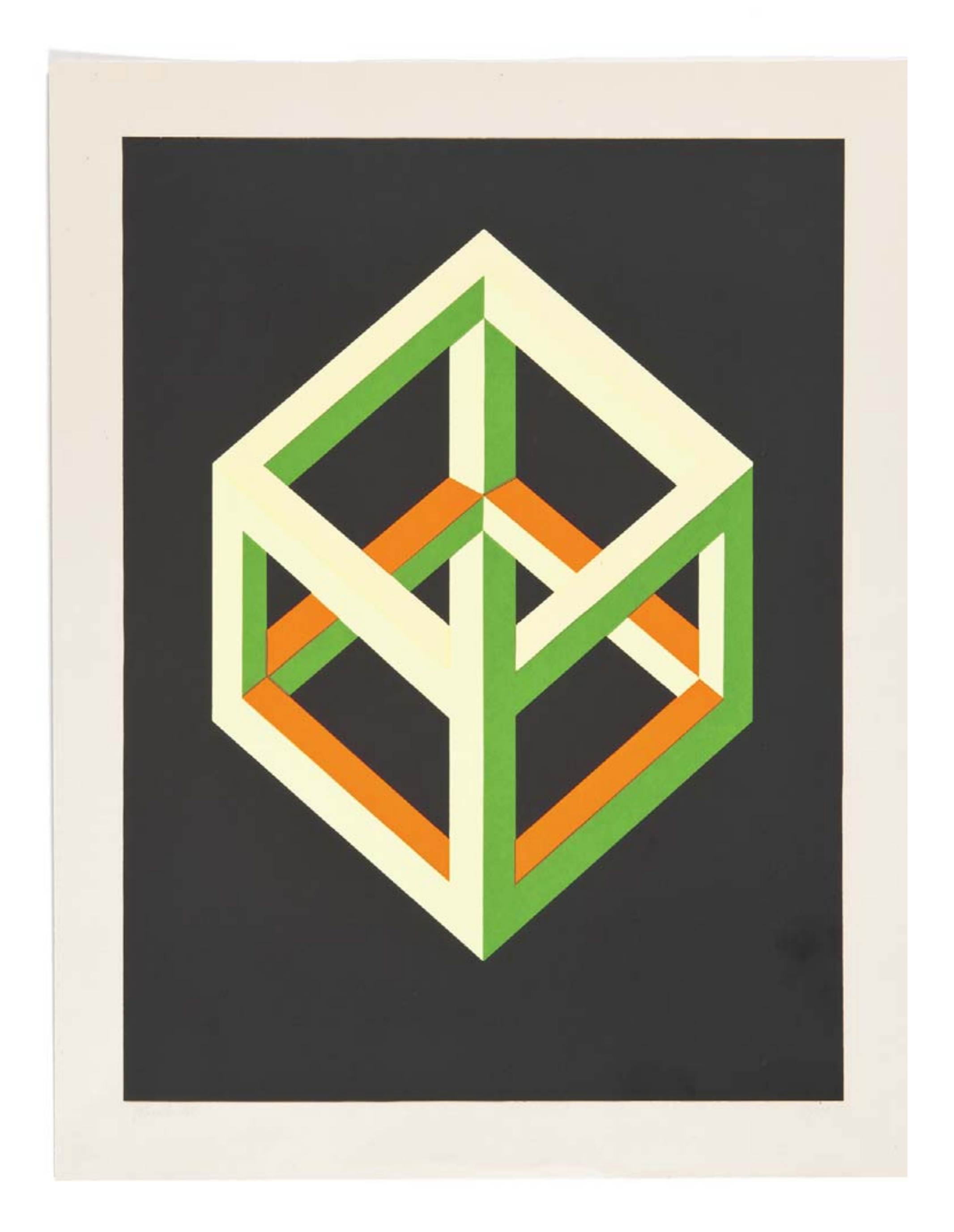
Calvo
Composición. Figuras grises, fondo azul
Serigrafía



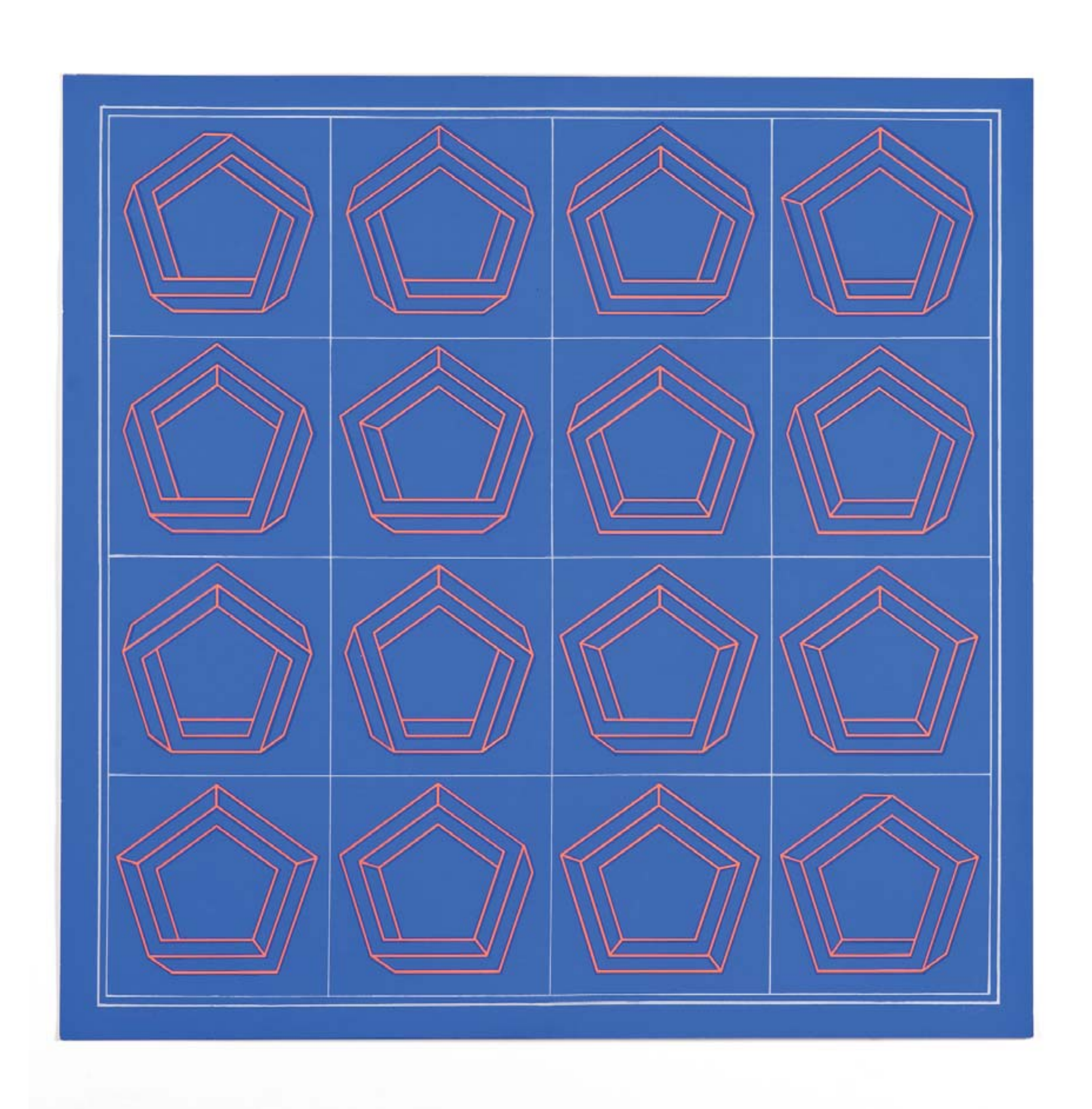
Calvo
Composición. Figuras blancas, fondo azul
Serigrafía



Ytturralde, José María
Variaciones sobre una figura imposible.
Serigrafía

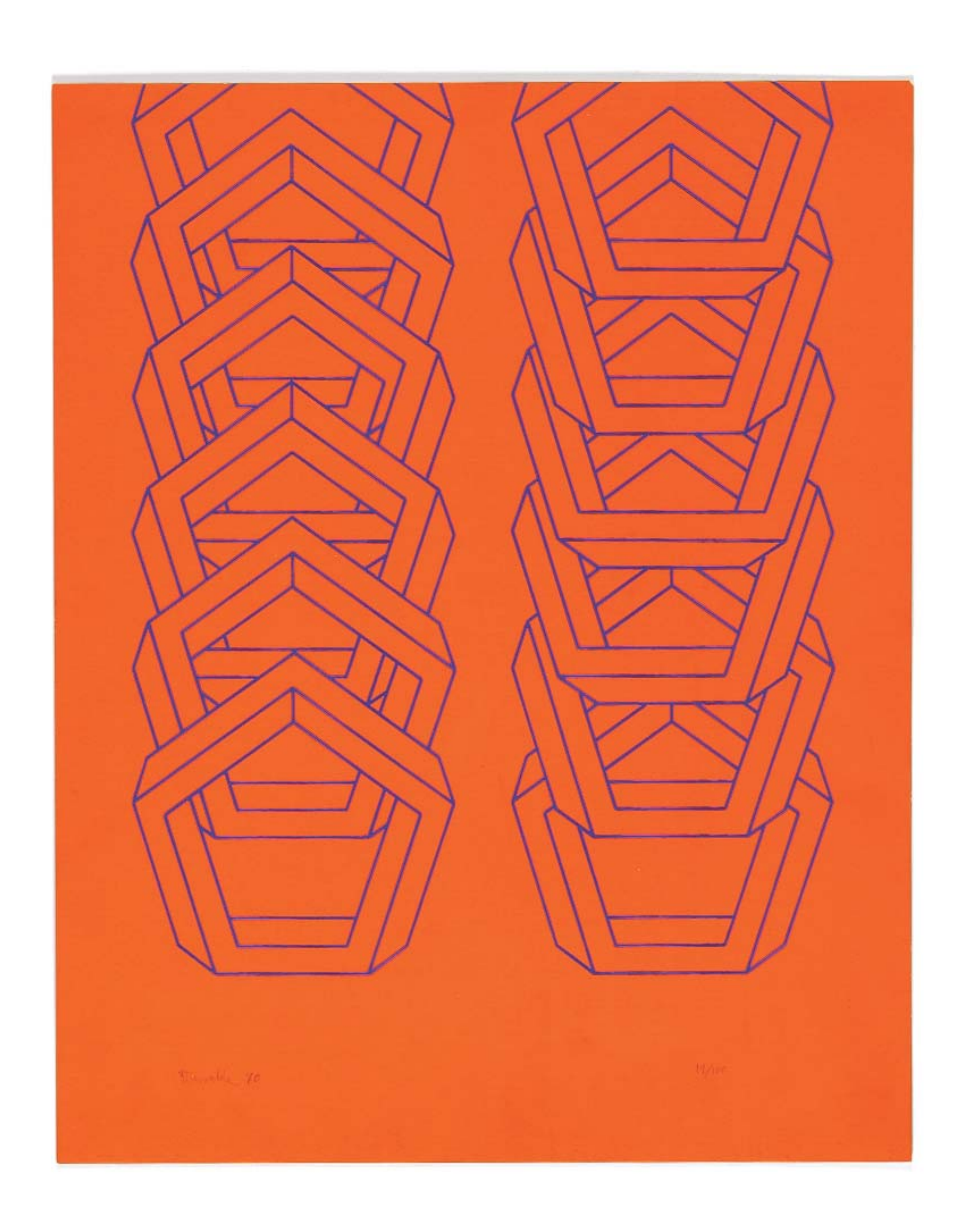


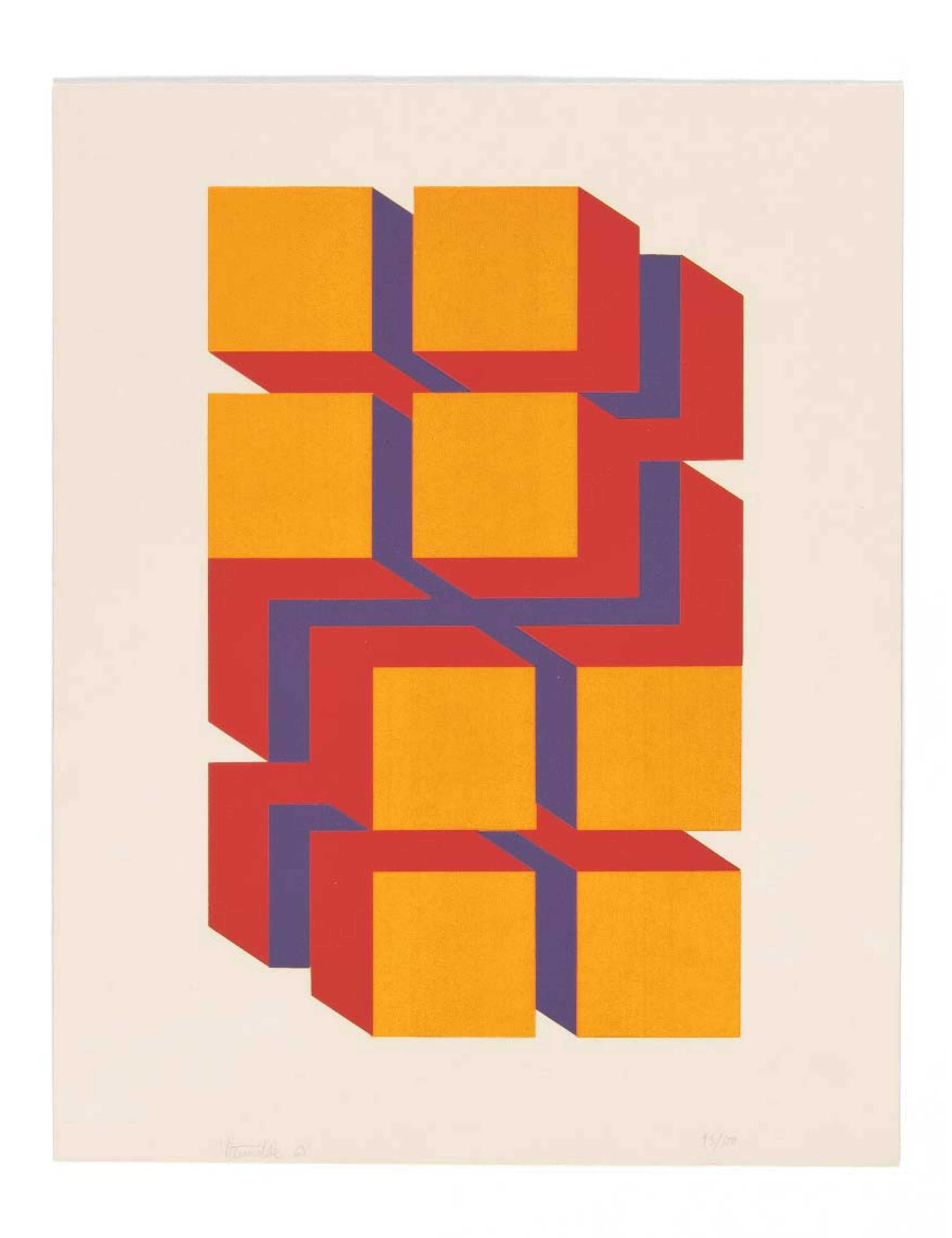
Yturralde, José María
Serie *figuras imposible*
Serigrafía

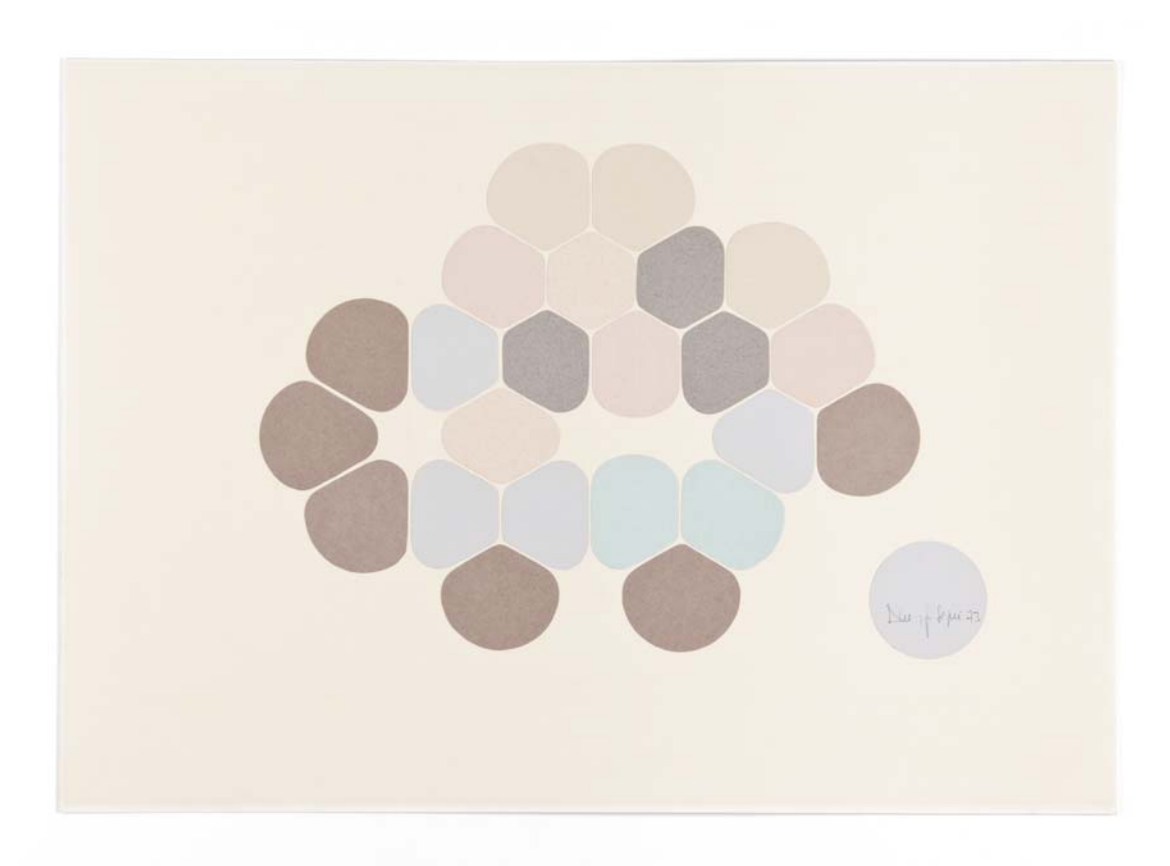


Yturralde, José María
Serie *figuras imposibles*
Serigrafía

Yturralde, José María
Serie *figuras imposibles*
Serigrafía

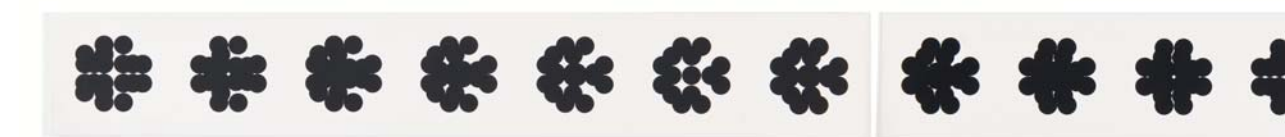




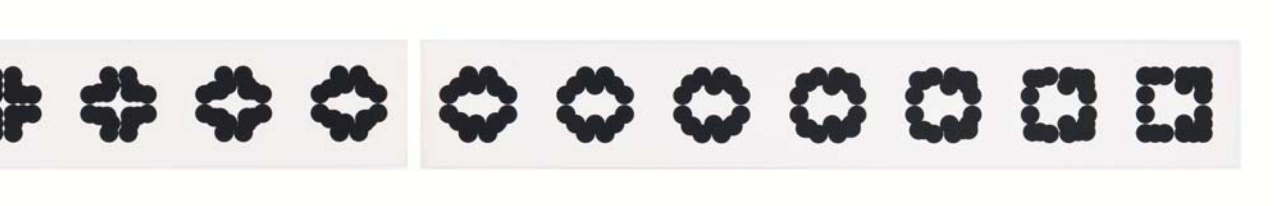


Buenaventura, Ana y Seguí, Javier
Orgánico 1
Collage

Yturralde, José María
Serie *Figuras Imposibles*
Serigrafía



Quejido, Manuel
Secuencia
Serigrafía





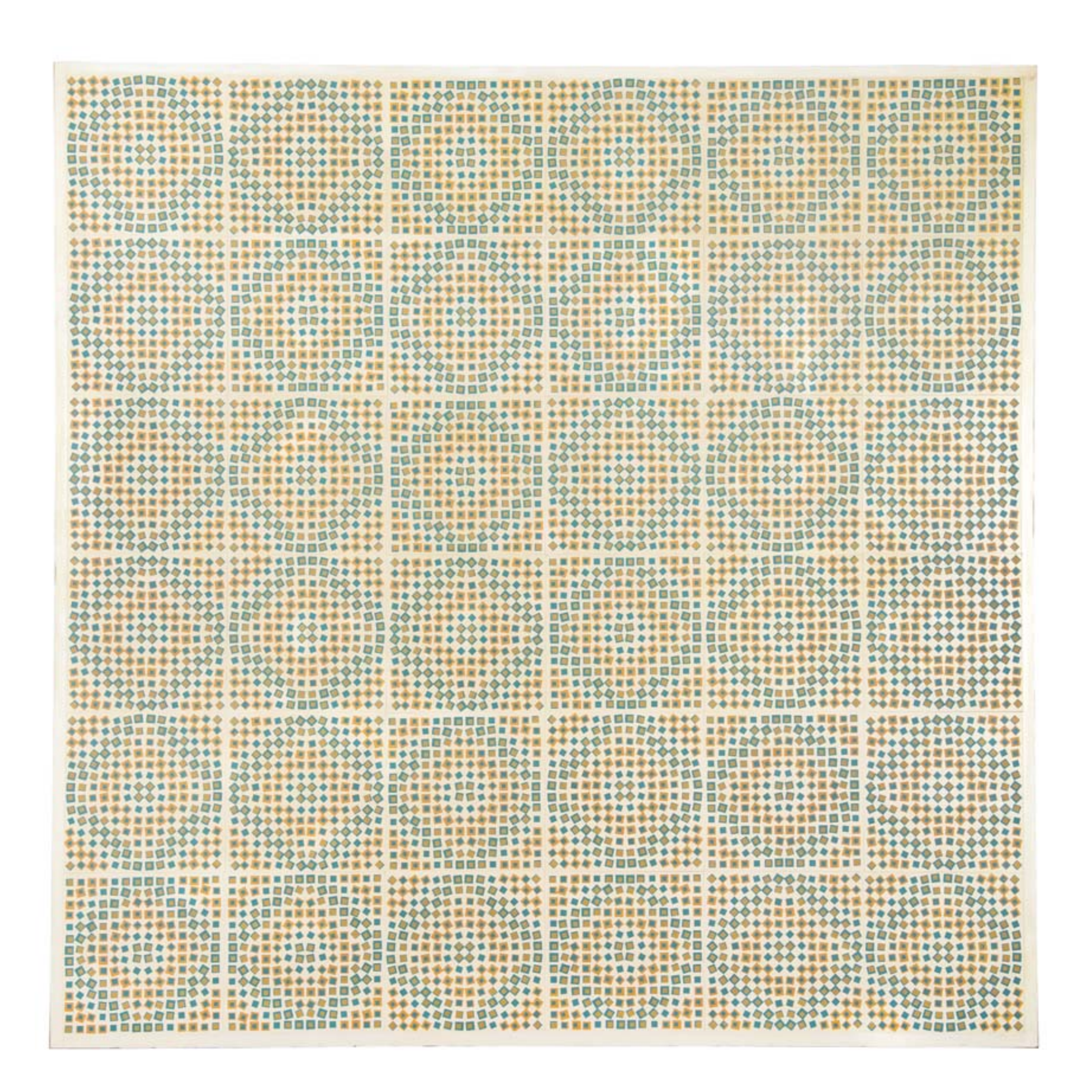






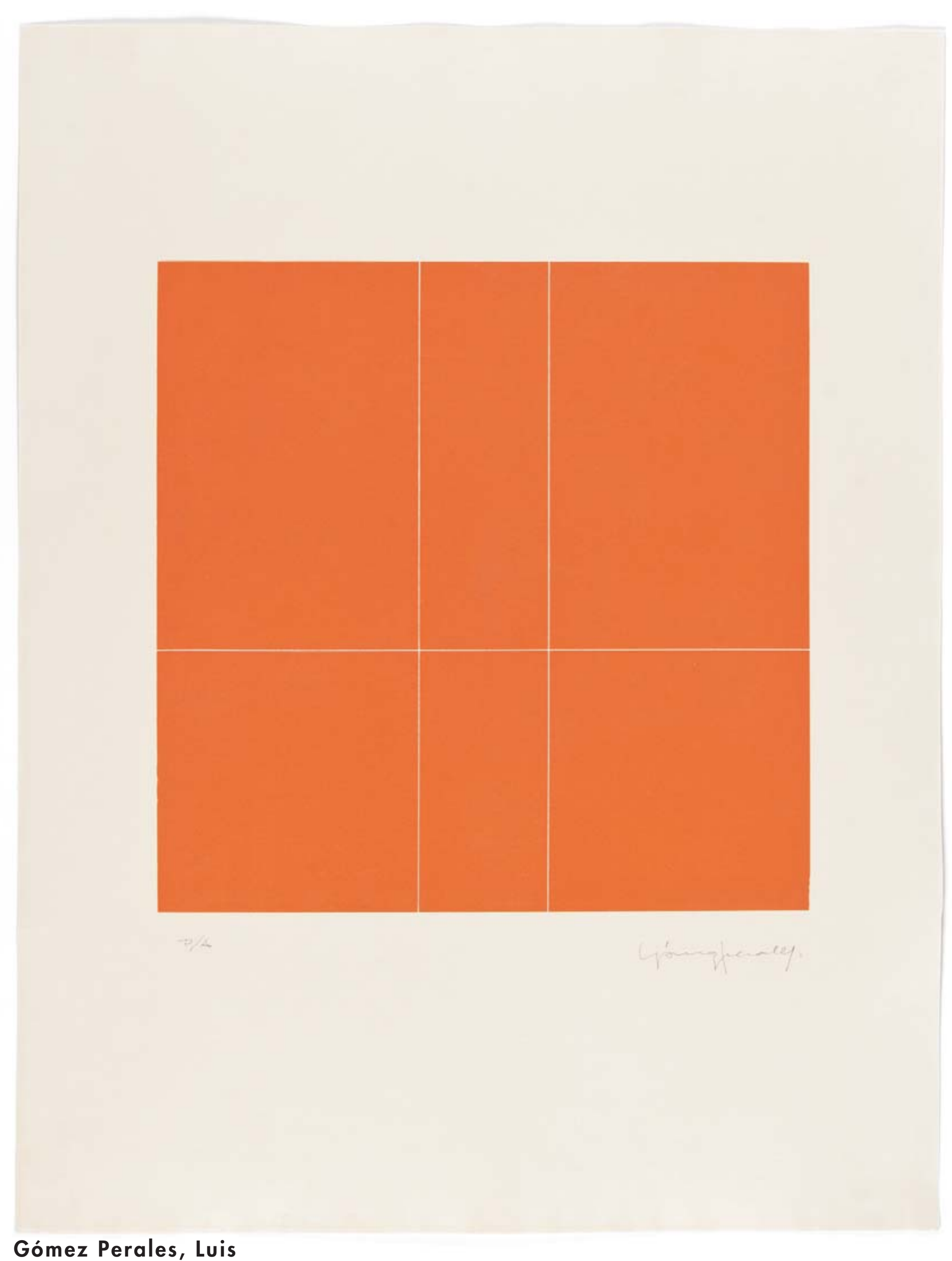
Alexanco, Luis
Desarrollo doble de una postura de un hombre que corre
Serigrafía


ALEXANCO 69

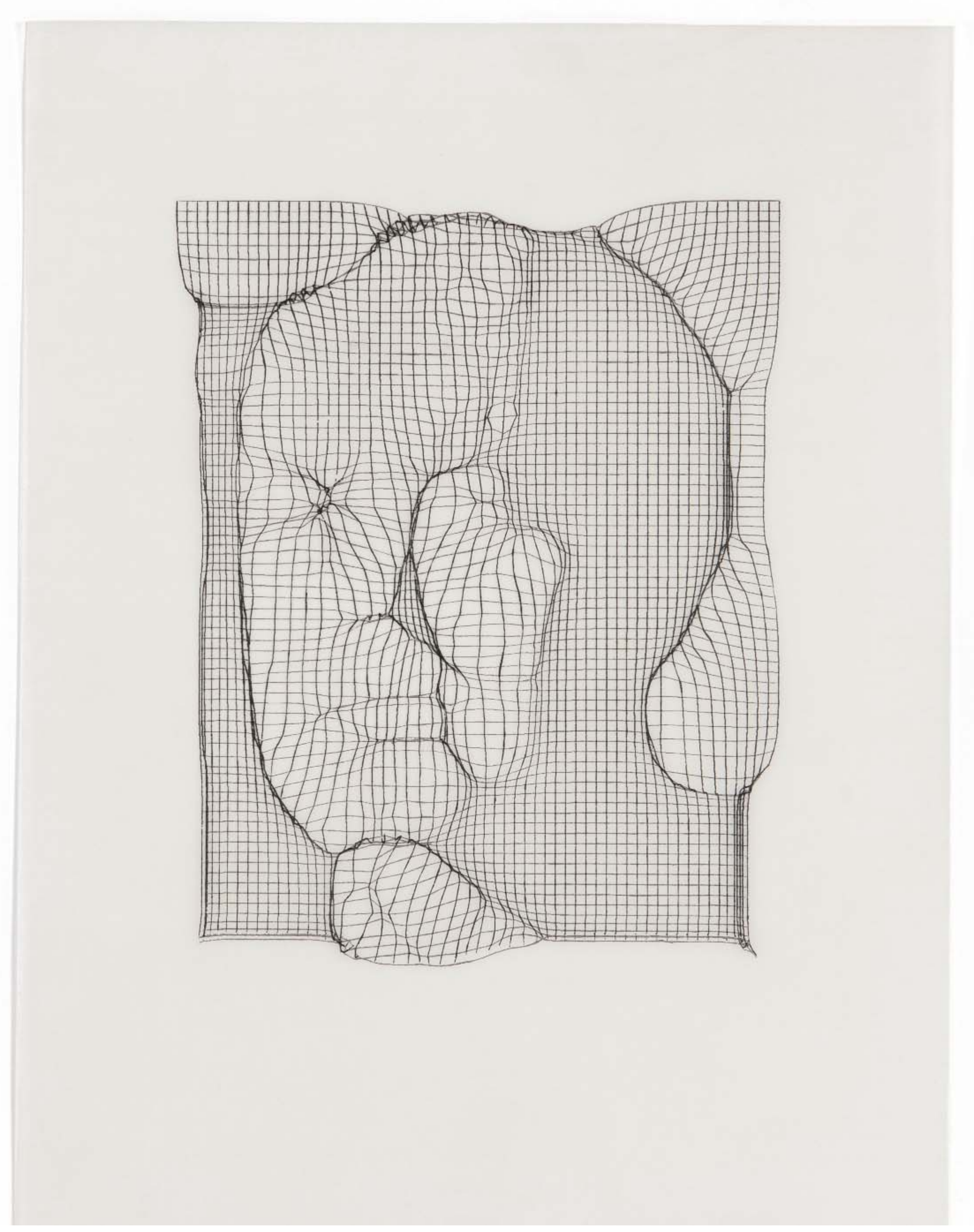


Greenham, Lily
Variaciones en tres colores
Serigrafía

Alexanco, Luis
Composición
Serigrafía



Gómez Perales, Luis
Composición en naranja. Serigrafía



Sempere, Eusebio

Autorretrato. Plóter



Barbadillo, Manuel
Sin título
Salida impresora matricial

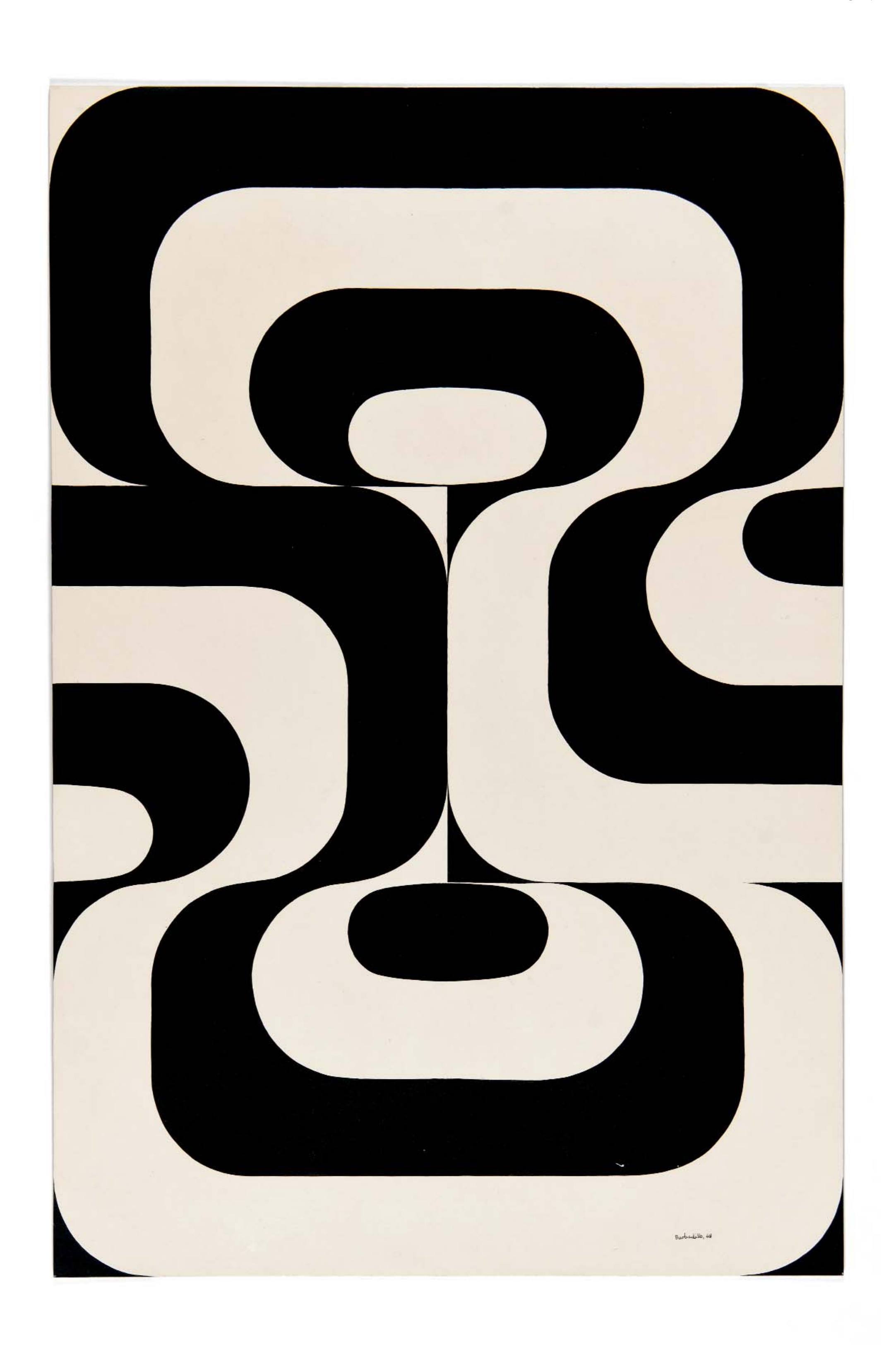


Barbadillo, Manuel
Sin título
Salida impresora matricial

Barbadillo, Manuel

Composiciones modulares

Serigrafía





Impreso en Madrid, junio de 2012

